CENTRO UNIVERSITARIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ LEANDRO MARTINS SOARES

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA REAPROVEITAMENTO DE VAPOR PARA AQUECER ÁGUA DE HIGIENIZAÇÃO EM UM FRIGORÍFICO

CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ LEANDRO MARTINS SOARES

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA REAPROVEITAMENTO DE VAPOR PARA AQUECER ÁGUA DE HIGIENIZAÇÃO EM UM FRIGORÍFICO

Trabalho apresentado na disciplina e Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor Orientador Mestre Engenheiro Mecânico: Sérgio Henrique Mota

CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ LEANDRO MARTINS SOARES

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA REAPROVEITAMENTO DE VAPOR PARA AQUECER ÁGUA DE HIGIENIZAÇÃO EM UM FRIGORÍFICO

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica, da FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor Sérgio Henrique Mota.

BANCA EXAMINADORA

Orientador Prof^a. Mestre Sergio Henrique Rodrigues Mota Faculdade Assis Gargacz - JAG

Engenheiro Mecânico

Professor Mestre Elisea Avelino Zanella Junior

Faculdade Assis Gurgacz – FAG Engenheiro Mecânico

Professor Especialis a Rogério Ludegero Luiz Faculdade Assis Gurgacz - FAG

Engenheiro Mecânico

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus que me guiou com sua mão poderosa até a finalização desse projeto, a minha mãe Dorly que fez o possível e o impossível para que eu chegasse a este presente momento, a minha esposa Nagela que foi paciente e esteve ao meu lado ao longo desta jornada, meu amigo Eder, que foi o maior incentivador para realização deste curso e ao Mestre Sérgio Henrique Mota, que foi fundamental na orientação deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus pai, que esteve sempre ao meu lado servindo de refúgio, atendendo minhas orações nos momentos mais difíceis.

A minha esposa Nagela e família, pelo amor, carinho, compreensão, pela dedicação e, especialmente, por estar ao meu lado, dando-me forças para concluir este trabalho.

À empresa Copacol pela oportunidade de desenvolver um estudo em suas dependências, as empresas Bermo e Neoplan pela colaboração com informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor orientador Sérgio Henrique Mota, especialmente, pela cooperação e pelo tempo dedicado para as orientações que foram bastante assertivas e também pelos ensinamentos repassados durante a graduação.

.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de viabilidade econômica na implantação de um sistema de aquecimento de água para higienização dos equipamentos e utensílios utilizados em um abatedouro de frangos localizado no município de Cafelândia, no estado do Paraná. O alto custo para geração de vapor utilizado para o aquecimento da água de higienização deste frigorifico fizeram por se considerar a instalação de um sistema que permita aproveitar outras fontes de energia disponíveis em vapores gerados através do cozimento de vísceras nos digestores em uma fábrica de farinhas, visando à diminuição de custos para a empresa. Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar a viabilidade econômica do investimento diante dos valores que devem ser investidos para sua implementação. A coleta de dados foi realizada com base em materiais já elaborados e fontes secundárias de informações, sendo arranjados de modo a possibilitar a elaboração da análise de viabilidade deste investimento.

Palavras-chave: Agroindústrias; Eficiência energética; Digestor de vísceras; Vapor saturado.

ABSTRACT

This work presents an economic feasibility study in the implementation of a water heating system for equipment and utensils cleaning used in a broiler slaughterhouse located in the municipality of Cafelândia, in the state of Paraná. The high cost for steam generation used to heat the water from the refrigerator hygienization tooked into consideration the installation of a system that allows to take advantage of the other energy sources available in steam generated by the cooking of entrails in the digesters in a flour factory, aiming at reducing costs for the company. Therefore, this present study aimed to evaluate the investment economic viability in relation to the values that should be invested in his implementation. The data collection was carried out based on materials already elaborated and secondary information sources, being arranged so as to enable the elaboration of the feasibility analysis of this investment.

KEYWORDS: Agroindustries; Energy efficiency; Digestion of viscera; Saturated steam.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Trocador de calor casco e tubo.	22
Figura 2: Trocador de calor tipo placas.	24
Figura 3: Estação redutora de pressão.	25
Figura 4: tanque termo acumulador de água quente.	28
Figura 5: Fluxograma do processo (água cisterna/ trocador de calor).	35
Figura 6: Legenda do fluxograma do processo.	36
Figura 7: Fluxograma do processo (armazenamento da água no termo acumulador)	37
Figura 8: Fluxograma do processo (sistema de troca de calor)	39
Figura 9: Trocador casco e tubo existente na fábrica de farinhas	40
Figura 10: Fluxograma do processo (estação redutora de pressão/ trocador placa)	41
Figura 11: Fluxograma do processo (termo acumulador / consumo de água aquecida	nc
processo)	42
Figura 12: Trocador de calor casco e tubo	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consumo de água aquecida para higienização distribuído por setores do fr	rigorífico
	32
Tabela 2: Consumo de água aquecida e carga térmica da vazão total do sistema	43
Tabela 3: Digestor 01 com carga de 6.000 kg/h de vapores	44
Tabela 4: Digestor 02 com carga de 3.000 kg/h de vapores	45
Tabela 5: Tabela termodinâmica de vapor saturado	47
Tabela 6: Levantamento de custos.	51
Tabela 7: Custos com depreciação do capital.	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Montagem do fluxo de caixa	52
Quadro 2: Resultados do VPL	53
Quadro 3: Saldo do projeto	54

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Cálculo do VPL	29
Equação 2: Energia total recuperada	45
Equação 3: Energia do Sistema	48

LISTA DE ABREVIAÇÕES E SIGLAS

kcal – quilocaloria;
kcal/h – quilocaloria por hora;
kcal/kg – quilocaloria por quilograma;
kg – quilograma
kg/h – quilograma por hora
kj/kg – quilojaule por quilograma;
MS – Microsoft®
TIR – Taxa Interna de Retorno;
TMA – Taxa Mínima de Atratividade;
VPL – Valor Presente Líquido;
m³ – metro cúbico;
Q – Quantidade de calor (kcal);
R\$ – Reais;
t/h – Tonelada por hora
Q _T – Energia total do sistema
Q_{Treal} – Energia total real do sistema;
$Q_{d6.000\mathrm{kg/h}}$ – Energia disponível pelo digestor de 6.000 kg/h
$Q_{d3.000\mathrm{kg/h}}$ – Energia disponível pelo digestor de 3.000 kg/h
m- vazão mássica de água aquecida;
h_s - Entalpia de saída
h_e – Entalpia de entrada
Kw – Quilowatts
W/m.º C– Watts metro/ graus celsius

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO	16
1.1.1 Objetivo Geral	16
1.1.2 Objetivos Específicos	16
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	18
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 HIGIENIZAÇÃO EM INDÚSTRIAS ALIMENTICIAS	19
2.2 DIGESTOR DE VÍSCERAS	20
2.3 TROCADOR DE CALOR	21
2.3.2. Isolantes Térmicos	26
2.3.3 Tubulação de aço carbono	27
2.3.4 Termo Acumuladores	
2.4 VIABILIDADE ECONÔMICA	28
2.4.1 Fluxo de caixa	28
2.4.2 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	29
2.4.3 Valor Presente Líquido (VPL)	29
2.4.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)	29
2.4.5 Payback descontado	30
3 METODOLOGIA	31
3.1 MATERIAIS UTILIZADOS	31
3.2 MÉTODOS UTILIZADOS	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA	34
4.1.1 Água Cisterna/ Trocador De Calor	34
4.1.2 Armazenamento Da Água No Termo Acumulador	36
4.1.3 Sistema De Troca De Calor	38
4.1.4 Estação Redutora De Pressão/ Trocador Placa	41
4.1.5 Termo Acumulador / Consumo De Água Aquecida No Processo	42
4.3 DADOS DO TROCADOR DE CALOR DA FÁBRICA DE FARINHA	44

4.4 CÁLCULO PARA A ÁGUA ARMAZENADA NOS TERMOS ACUMULADORES .	45
4.5 CÁLCULO DA ECONOMIA ANUAL DE VAPOR	49
4.6 LEVANTAMENTO DE CUSTOS PARA O INVESTIMENTO	49
4.6.1 Investimento Com Equipamentos	49
4.6.2 Investimento Com Execução Civil	50
4.6.3 Investimento Com Elétrica E Automação	50
4.7 ANÁLISE DE VIABILIDADE	51
4.7.1 Depreciação Anual Sobre O Valor Do Investimento	51
4.8 ANÁLISE DE VIABILIDADE	52
4.8.1 Montagem do fluxo de caixa	52
4.8.2 Cálculo da Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	52
4.8.3 Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL)	53
4.8.4 Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR)	53
4.8.5 Payback descontado	53
5 CONCLUSÃO	55
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
APÊNDICE A – LAYOUT DE EQUIPAMENTOS	62
APÊNDICE A – (CONTINUAÇÃO) LAYOUT DE EQUIPAMENTOS	63
APÊNDICE A – (TERMINO) LAYOUT DE EQUIPAMENTOS	64
APÊNDICE B – MEMORIAL DESCRITIVO DE EQUIPAMENTOS	65
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	66
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	67
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	68
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	69
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	70
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	71

APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	72
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	73
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	74
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	75
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	76
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	77
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	78
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	79
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	80
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
EQUIPAMENTOS	81
APÊNDICE B – (CONTINUAÇÃO) MEMORIAL DESCRITIVO DE	
-	0.5
EQUIPAMENTOS	
APÊNDICE B – (TERMINO) MEMORIAL DESCRITIVO DE EQUIPAMENTOS	83

1 INTRODUÇÃO

A empresa que monitora seus indicadores, avaliando a eficiência energética dos processos na indústria, consegue ser mais competitiva no mercado. Por isso, esta atividade vem crescendo muito no país e no mundo. Estes resultados na análise de eficiência energética devem ser atrelados as ações de planejamento estratégico, além de gestão ambiental e entre outros. (TAVARES; MONTEIRO, 2013)

A higienização de equipamento e utensílios dentro de uma indústria alimentícias é de vital importância para seguridade alimentar dos consumidores, para isso é necessário que a esterilização dos equipamentos e utensílios sejam efetuadas com água aquecida, sempre com o objetivo de remover todos e qualquer resíduos que possam estar acumulados nas instalações. Para a execução deste processo é necessário aquecer a água com vapor ou mesmo por resistências elétricas instaladas em reservatórios termo acumuladores, porém, em ambas as situações os custos financeiros são significativos, principalmente em empresas de grande porte, com grandes áreas de processamento de alimentos. A implementação de projetos com o intuito de promover a eficiência no consumo energético é uma das tarefas que pode ser propiciada pela engenharia, buscando soluções que possam satisfazer as necessidades operacionais com o máximo de eficiência energética possível. Entre as diversas áreas que oportunizam o desenvolvimento de projetos para se obter ganhos energéticos, podemos identificar o consumo de vapor saturado.

O vapor saturado é utilizado amplamente nas áreas industriais, basicamente como fonte de aquecimento, seja em cozimentos, condicionamento de rações, secagem de produtos, higienização, etc.

A geração de vapor não é uma exclusividade apenas das caldeiras a vapor. Os vapores também podem ser gerados a partir de processos de cozimento de produtos que tenham em sua estrutura uma quantidade de água que precisa ser evaporada. Estes vapores podem ser utilizados em outros processos como fonte de energia, porém, na maioria das vezes, esse vapor poderá estar contaminado e para que possa ser reaproveitado, é preciso fazer uma troca indireta, com o fluido que efetivamente será utilizado no processo, garantindo assim a sua integridade higiênica. Um exemplo de equipamento com este perfil são os digestores de vísceras, que ao fazer o cozimento na digestão das vísceras com umidades elevadas, que ao evaporar este liquido obtemos a geração vapores que podem aquecer outro fluido indiretamente através de trocadores de calor.

Teste de determinação de umidade executado no laboratório da COPACOL constatou que estas vísceras podem chegar até 70% de umidade em sua composição.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo Geral

Verificar a viabilidade econômico-financeira de um sistema de aquecimento de água, para ser usado em higienização, a partir calor remanescente do processo de digestão de vísceras.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Examinar a demanda de água quente no processo de higienização;
- Mapear as condições de operação requeridas ao sistema de aquecimento de água;
- Identificar equipamentos que atendam as condições requeridas;
- Orçar aquisição da implantação do sistema;
- Quantificar os ganhos financeiros com a instalação do sistema;
- Verificar a viabilidade econômica do investimento.

1.2 JUSTIFICATIVA

O Brasil é mundialmente conhecido como o país das proteínas, o PIB do Agro brasileiro em 2015 chegou a R\$ 1,4 trilhão, quase metade deste refere-se à produção de Proteína Animal, já que somente o setor de aves, suínos e bovinos representariam R\$ 600 bilhões (ABPA, 2017).

Uma parcela significativa dos custos operacionais de um frigorifico está na higienização dos equipamentos e utensílios utilizados para o processamento de carne de frango (VANESSA KRASZEZUK, 2010).

A higienização com água aquecida serve como um processo de esterilização dos utensílios e equipamentos que poderão está em eventual contato com os produtos processados durante os períodos de abate, assim pode-se garantir a sanidade do produto, evitando riscos com uma possível contaminação alimentar.

Segundo Vanessa Kraszezuk (2010), normalmente se aplica duas fontes de energia para aquecimento da água de higienização, sendo elas: aquecimento com resistências elétricas e/ou aquecimento com vapor de água oriundo das caldeiras a vapor. Sendo a segunda opção a mais utilizada por ser totalmente estéreo para higienização, porém trata-se de custos elevados em virtude da alta demanda de água aquecida utilizada nos diversos processos que há em uma planta de abate de aves.

Na busca constante por eficiência energética dos processos de produção, temos o propósito de desenvolver um projeto de pesquisa que busque a viabilidade econômica para implantação de um sistema de aproveitamento de energia a partir da geração de vapor produzida nos digestores de vísceras na fábrica de farinhas.

Ao fazer o cozimento das vísceras de frango para transformação em farinhas, água existente nas vísceras evaporam e este vapor é conduzido a um condensador, pois a contaminação deste vapor não permite que o mesmo seja emitido na atmosfera, portanto há a necessidade de fazer uma condensação deste vapor , a partir daí , já em forma líquida será tratado e não teremos emissão de vapor contaminado na atmosfera. A ideia de projeto prospecta o aproveitamento deste vapor, passando-o em trocador modelo casco e tubo existente no local. Assim a água a ser utilizada no processo de higienização no abatedouro poderá ser aquecida nestes trocadores, já que a estrutura do trocador casco e tubo permite que a água ser aquecida sem estar em contato com o vapor contaminado.

Para garantir que o processo de higienização não seja comprometido em virtude de uma eventual parada da fábrica de farinha, ou pelo consumo elevado no processo, ou mesmo em momentos que não haja o processamento de vísceras, as instalações propostas também contemplarão um conjunto de trocadores de calor modelo placas. Estes trocadores serão alimentados com vapor oriundos das caldeira e terão as seguintes funções: suprir o excedente de água consumida que os trocadores casco e tubo não conseguirem atingir, elevar a temperatura da agua em pontos de consumo em que haja a necessidade de temperatura maior que 55°C, manter a água armazenada nos tanques termo acumuladores na temperatura parametrizada pelo processo e suprir toda a demanda caso haja uma eventual parada nos digestores da fábrica de farinhas.

Entretanto, a decisão de investir deve ser analisada através da qualidade do investimento, que pode ser avaliada pelos indicadores econômicos, uma vez que estes darão ao investidor informações suficientes para a tomada de decisão (LIMA JUNIOR, 1998). Portanto, o presente trabalho justifica-se mediante a importância de se realizar uma análise de

viabilidade econômica antes da construção ou aquisição de um certo projeto, garantindo que o mesmo traga retornos significativos para a empresa.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Há viabilidade econômica na implantação de um sistema de aquecimento de água aproveitando vapor gerado em um digestor de vísceras em uma agroindústria localizada na cidade de Cafelândia -PR?

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo foi praticado no frigorifico da Cidade de Cafelândia, localizada no oeste do Paraná, a 539 km da capital, sendo voltado à avaliação da viabilidade econômica na aplicação de um sistema de aquecimento de água a partir do vapor gerado em um digestor de vísceras de uma fábrica de farinhas. Para tal, foram realizadas coletas de dados através do consumo de água aquecida por vapor das caldeiras existentes na planta utilizada no processo de higienização do frigorifico, sendo armazenados em planilhas no Ms Excel®. Com base nestes dados foram escolhidos os equipamentos necessários para atender a demanda de água aquecida. Porém, a verificação do dimensionamento dos equipamentos e dos dados disponibilizados pelos fornecedores não foram considerados, oportunizando trabalhos futuros caso comprovada a viabilidade do investimento.

O projeto também se limitou a estudar a implementação do sistema que forneça água aquecida somente até a linha de distribuição na entrada do frigorifico, aproveitando-se as estruturas internas existentes no frigorifico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresenta-se uma breve introdução sobre os assuntos favoráveis ao estudo em questão, trazendo algumas definições relevantes para o entendimento do leitor sobre a metodologia utilizada.

2.1 HIGIENIZAÇÃO EM INDÚSTRIAS ALIMENTICIAS

No setor industrial alimentar, o processo de higienização incide num conjunto de práticas que tem como objetivo esterilizar o ambiente de processamento (superfícies das instalações, dos equipamentos e utensílios utilizados). Uma boa higienização deve remover os materiais indesejados (restos de alimentos, corpos estranhos, resíduos de produtos químicos e microrganismos) das superfícies a uma condição que, os resíduos que se mantenham, não ofereçam qualquer risco para a qualidade e segurança do produto processado (WIRTANEN, 1995).

Segundo (BRASIL,1997), as partes físicas de uma planta de processamento de carne como pisos e paredes, assim como os equipamentos e utensílios utilizados neste processo devem ser higienizados todos os dias ou convenientemente desinfetados a medida que necessário, porem neste caso, deve-se fazer o ofício de substâncias previamente aprovadas pelo DIPOA (Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal). Nos frigoríficos de carne a adequação a um procedimento de higienização é julgado através do cumprimento de processos operacionais específicos, durante o procedimento de limpeza, inspeção da higienização das estruturas instaladas, equipamentos e também através de amostragem aleatória nas superfícies limpas, tudo isso para evitar estimação do número de bactérias sobreviventes após a higienização (GILL, BADONI e MCGINNIS, 1999).

No ponto de vista conceitual, a higienização divide-se em duas etapas distintas: limpeza e sanitização. Na limpeza, busca-se a remoção de restos orgânicos e minerais — proteínas, gorduras e sais minerais. Já na sanitização, busca-se eliminar microrganismos patogênicos e reduzir o número de saprófitas ou alteradores a quantidades insignificantes (AQUINO, GERMANO e GERMANO, 2003). Considera-se uma boa limpeza quando ela é responsável por até 99,9% da remoção de partículas indesejáveis. O 0,1% restante inclui os microrganismos que eventualmente podem deteriorar os alimentos ou causar uma intoxicação alimentar aos indivíduos consumidores deste alimento. (FUJIHARA e SYLVIO, 2003).

2.2 DIGESTOR DE VÍSCERAS

Este equipamento foi desenvolvido para realizar o cozimento de subprodutos de origem animal, penas, lodos, ossos, sangue e vísceras (DHEYTÉCNICA,2016).

O digestor é o equipamento fundamental da fábrica de farinhas. O equipamento foi projetado para propiciar uma transferência de calor para as vísceras através das paredes internas e eixo dos digestores. Esse processo se dá através do vapor oriundo de uma caldeira, que preenche internamente a camisa, eixos e pás, deixando as vísceras sobre pressão (FERROLI, 2016).

Na parte superior do equipamento está disposto uma boca para entrada de produto. Já na parte superior, existe uma saída de gases/vapor de água, que são formados a partir do cozimento da víscera no seu interior. A descarga da víscera processada acontece por uma tampa situada na frente ou na parte inferior do corpo. A descarga do produto processado pode ser executada de forma manual ou automática, através de válvulas guilhotinas pneumáticas acionadas por uma programação. O acionamento do eixo no centro do equipamento é acoplado a um redutor de velocidade através de acoplamentos elásticos. O redutor de velocidade pode ser através de motor e polias de transmissão de correias ou motorredutores. (DHEYTÉCNICA, 2016).

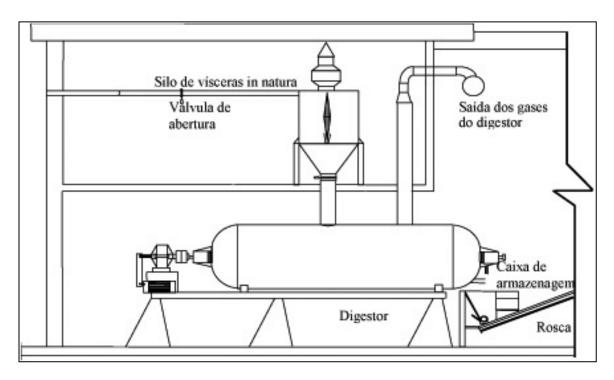


Figura 1: Processo de digestão de víscera.

(Fonte: Dheytécnica, 2016).

2.3 TROCADOR DE CALOR

O trocador de calor é um aparelho que realiza a troca de calor entre dois fluidos com diferencial de temperaturas. Estes fluidos podem até ser de diferentes tipos característicos, os mais comuns são os trocadores de casco e tubos e os trocadores de placa. (FERREIRA, 2014). Como há diferentes tipos de aplicações de transferência de calor, há a necessidade de diversos tipos de equipamentos de transferência de calor (ÇENGEL, 2012).

2.3.1. Trocador de calor tipo casco e tubo

Os trocadores de calor casco e tubo são os mais utilizados dentre os demais trocadores e são fabricados e diversos tamanhos. Consiste em tubos cilíndricos, com os eixos do casco. Estes equipamentos normalmente operam em altíssimas temperaturas e pressões. Por ser de fácil fabricação e custo relativamente baixo explicam a principal razão para seu emprego em grande escala nas aplicações de engenharia (ESSEL, 2012).

Quando há uma grande área da troca térmica, recomenda-se o trocador casco e tubo. Neste tipo de equipamento é possível conseguir altas áreas de troca térmica, de maneira econômica e prática, construído com tubos em feixes; as extremidades dos tubos são anexas num espelho. Este feixe de tubos é instalado em um envoltório cilíndrico chamado de casco neste casco circula um segundo fluido, em volta do feixe, sendo o primeiro fluido por entre os tubos (SANTOS; STAPASOLLA, 2011).

Na Figura 2, mostra os principais componentes de um trocador casco e tubos. Estes componentes são os feixes de tubos, o casco, os cabeçotes e as chicanas. Os elementos conhecidos como chicanas provocam a turbulência do fluido dentro do casco. Existe vários tipos de chicanas, A escolha do tipo de chicana e do espaçamento entre elas vai depender da vazão, da perda de carga aceita do casco, das necessidades de sustentação dos tubos e das vibrações conduzidas pelo escoamento. Estes equipamentos estão disponíveis em muitas variações de trocador de calor casco e tubos, as diferenças são basicamente o arranjo das correntes do escoamento e alguns detalhes de construção (ESSEL, 2012).

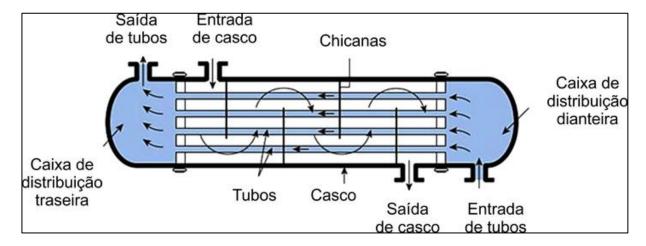


Figura 1: Trocador de calor casco e tubo.

(Fonte, ÇENGEL, 2012).

2.3.2. Trocador de calor tipo placas

Os equipamentos trocadores de calor a placas foram vistos pela primeira vez por volta do ano 1930, utilizava-se tanto em processos de aquecimento quanto para resfriamento, logo foram muito bem aceitos pelo mercado por atingir excelentes taxas de transferência de calor com baixo diferencial de temperatura. Estes modelos de trocadores obtiveram amplos avanços nas últimas décadas e, embora inicialmente tenham sido inventados para aplicações sanitárias, em indústrias de produção de alimentos, estes equipamentos encontraram seu espaço em outros tipos de indústrias, como plantas de processos químicos, plantas de

evaporação e condensação e em usinas de energia nuclear (SRIHARI et al., 2005; ABU-KHADER, 2012). Atualmente os trocadores tio placas estão sendo muito empregados em diversos processos de troca térmica entre líquidos e alimentos não muito viscosos (GUT; PINTO, 2003). O trocador de calor de placas tem enumeras vantagens em relação aos outros tipos de trocadores como podemos ver a seguir (KAKAÇ; LIU, 2002; ABU-KHADER, 2012):

- Higienização fácil, que permite a limpeza e a verificação estrutural completa de cada placa;
- Boa eficiência térmica em virtude da alta taxa de transferência de calor, mesmo quando há um diferencial pequeno de temperatura entre os fluidos;
- Costuma ter boa viabilidade econômica quando fabricado em aço inoxidável;
- Estrutura compacta e modular que aceita acomodar várias seções de troca térmica em um mesmo modulo;
- Boa flexibilidade, pois permite modificações em seu arranjo, alteração no número de placas e de passes dispondo de uma boa otimização do processo.

Outros benefícios destes trocadores podem ser percebidos no coeficiente de transferência de calor, que é alto em uma estrutura compacta, e pelas placas que podem ser produzidas em série. (KIM; TADINI; SINGH, 1999).

Os trocadores de calor a placas têm como principais desvantagens os limites operacionais de pressão e temperatura, em torno de 20,4 bar e 150 °C respectivamente. Estas condições de operação podem chegar até aproximadamente 40,8 bar e 800 °C para unidades de trocadores de calor a placas de tipo lamela que não apresentem a mesma flexibilidade das unidades de placas e gaxetas (ABU-KHADER, 2012)

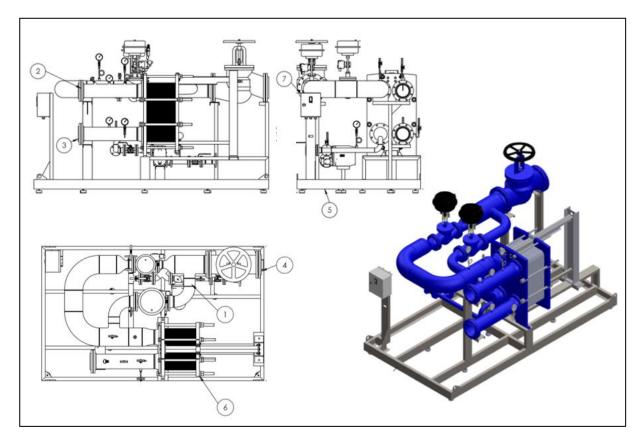


Figura 2: Trocador de calor tipo placas.

(Fonte: BERMO,2019)

Onde:

- 1. Saída de condensação.
- 2. Saída de água.
- 3. Entrada de água.
- 4. Entrada de vapor.
- 5. Base.
- 6. Placas.
- 7. Painel de controle.

2.3.3. Controle de Pressão

A pressão é habitualmente conhecida em duas configurações: absoluta e relativa. Na configuração de pressão absoluta (P), é referida a pressão zero absoluto. Já a configuração de pressão relativa, ou manométrica como também e conhecida, é referida à pressão atmosférica no local medido (Patm), desempenhada pela coluna de ar existente na atmosfera, e está

atrelado fundamentalmente pela altitude do local. Se olharmos pelo nível do mar, a pressão atmosférica média é cerca de 1,0 kgf/cm2. No entanto, a pressão é relativa, medida pelos manômetros instalados no sistema, pois esta pressão pode ser positiva (pressão acima da atmosférica) ou negativa (pressão abaixo da atmosférica) (NOGUEIRA,2005).

O sistema para controle da pressão é de total importância para a redução de perdas físicas nos sistemas urbanos de distribuição de água tratada (BEZERRA, 2009).

Segundo GOMES (2012), as válvulas são indispensáveis para concepções de sistema para transporte e distribuição de fluidos por meios mecânicos ou gravitacionais. Estes mecanismos são usados com o objetivo de proteger, isolar bombas ou tubulações, amortecer e controlar as pressões, vazões, níveis de reservatórios, escoamento de fluido, drenos, entre outros.

Segundo BERMO (2018), A redução de pressão através de um sistema conjugado de válvulas de controle e demais acessórios é o método mais utilizado e eficiente para o fornecimento de vapor com as propriedades adequadas de consumo nos processos industriais ou mesmo comerciais.

A figura 3 abaixo ilustra a configuração de uma estação redutora de pressão:

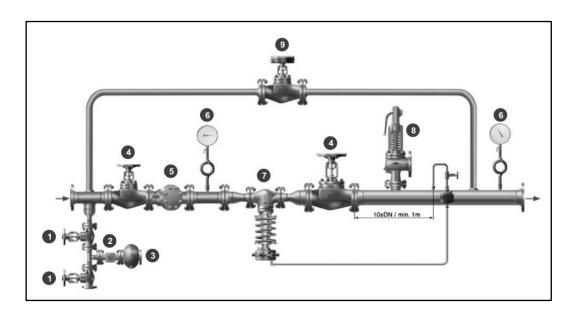


Figura 3: Estação redutora de pressão.

(Fonte: BERMO, 2016).

Onde:

- 1. Válvulas globo com fole para drenagem, *Ari-faba*.
- 2. Visor de fluxo.

- 3. Purgador.
- 4. Válvulas globo com fole para bloqueio, Ari-Faba.
- 5. Filtro tipo "Y".
- 6. Manômetros com tubo sifão trombeta e válvula de pulsação.
- 7. Válvula redutora de pressão *ari-predu*.
- 8. Válvula de segurança.
- 9. Válvula globo com fole para by pass, Ari-Faba

2.3.2. Isolantes Térmicos

Trata-se de materiais de baixa condutividade térmica combinados para que se tenha um produto com menor condutividade térmica. Para isolantes tradicionais do tipo fibras, o material solido encontra-se disperso num espaço contendo ar. Estes sistemas são caracterizados por uma condutividade térmica efetiva (INCROPERA, 2008).

O melhor isolante existente é o vácuo. Em função da dificuldade para obter-se e manter uma aplicação em condições de vácuo, esta solução acaba sendo muito pouco empregada nas instalações. Um bom isolante térmico ar, que graças a sua baixa condutividade térmica e um baixo coeficiente de absorção da radiação, constitui um elemento muito resistente à passagem de calor (FILHO, 2013).

2.3.2.1 Lã de rocha

A lã de rocha é considerada um excelente isolante térmico, com uma condutibilidade térmica de 0,037 W/m.º C. Esse material é muito utilizado em diversas aplicações como: projetos industriais, construção civil, entre outros. Sua produção é a partir de rocha vulcânica, a diábase, pelo meio de um processo de fusão química. A lã de rocha é um material antichamas e completamente permeável ao ar e ao vapor de água. A Agência Internacional de saúde recomenda evitar o contato com este material e orienta que seja impedido o contato com o ar interior da habitação, por esse pertencer ao (grupo 2B) que pode ser um carcinogênico humano (SILVA, 2013).

2.3.3 Tubulação de aço carbono

Utilizados nas mais diversas aplicações como: instalações industriais, mineração, redes de combate a incêndio e muitos outros setores (TUBOSAPOLO, 2013), é muito grande a variedade dos materiais atualmente utilizados para a fabricação de tubos. Só a ASTM especifica mais de 500 tipos diferentes (CLÉLIO RIBEIRO, 2016), a seleção adequada é um problema difícil porque, na maioria dos casos, os fatores determinantes podem ser conflitantes entre si. Caso típico é corrosão versus custo (CLÉLIO RIBEIRO, 2016).

O dimensionamento de uma tubulação deve ser feito visando a obtenção de uma rede que atenda as condições de temperatura e pressão desejados (TORREIRA 1995).

2.3.4 Termo Acumuladores

É um parelho ou tanque revestido com isolante térmico que serve para acumular calor para fornecer no momento desejado, o calor armazenado neste equipamento geralmente de forma cilíndrica, pode ser alimentado a gás, a vapor ou eletricidade, isso permite aquecer e armazenar água e posteriormente destina-la a uso doméstico ou mesmo industrial (INFOPEDIA, 2018).

O sistema de acumulação é concebido e dimensionado para fazer frente aos pedidos de água quente seja com uma produção direta, ou mesmo na ajuda de uma reserva de água préaquecida. Em relação ao uso instantâneo, o sistema de acumulação permite a utilização de potências muito menores. Permite também um funcionamento do equipamento mais contínuo e regular e, portanto, com um maior rendimento térmico (CALEFF, 2002).



Figura 4: tanque termo acumulador de água quente.

(Fonte: FOGLIENE, 2019).

2.4 VIABILIDADE ECONÔMICA

O estudo de viabilidade econômica de um investimento deve ser elaborado através da análise de dados coletados internamente em uma empresa com o propósito de instituir inovações (WOILER E MATHIAS, 2008).

Para Souza (2003), efetuar um investimento é trocar algo certo (recursos econômicos) por algo incerto (fluxos de caixa gerados pela aplicação do capital), ou seja, é o engajamento de recursos na expectativa de benefícios futuros.

Schroeder et al. (2005) conceituam que os métodos do valor presente líquido, taxa interna de retorno e o Payback são fortemente recomendados para como os mais eficientes métodos de avaliação de investimentos.

2.4.1 Fluxo de caixa

Para Zdanowicz (2000) o fluxo de caixa pode ser definido como um instrumento que permite ao gestor planejar, organizar, coordenar, dirigir e controlar os fundos de sua empresa

para um período estipulado. Hirschfeld (2000) afirma que quando usado ao iniciar um investimento, será capaz de indicar certezas e incertezas, verificando a viabilidade do empreendimento.

2.4.2 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Segundo Schroeder et al. (2005), a TMA tem função importante na decisão de investimento e pode ser estabelecida pela própria empresa, representando o retorno mínimo requerido para determinado investimento.

2.4.3 Valor Presente Líquido (VPL)

De acordo com Lopes Silva et al. (2014), o VPL pode ser definido como uma forma de trazer todos os valores de custos e receitas do fluxo de caixa para o momento inicial do projeto, descontado de uma TMA.

Para Svietch e Mantovan (2013), quando o VPL for maior que zero, o investimento e considerado economicamente atrativo, já que o valor presente das entradas de caixa é maior que o valor presente das saídas.

Motta e Calôba (2002) definem a Equação 1 para cálculo do VPL como a somatória dos fluxos de caixa para o instante (t = 0), considerando uma taxa de juros (i).

$$VPL = \frac{FC_0}{(1+i)^0} + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$
(1)

Onde:

FC = Fluxos de Caixa;

i = taxa de juros (TMA);

VPL = valor presente líquido;

2.4.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Samanez (2009) explica que o método da TIR, ao contrário do VPL, não objetiva a avaliação de rentabilidade absoluta pois seu intuito e encontrar uma taxa intrínseca de rendimento, daí o nome taxa interna de retorno.

Motta e Calôba (2002) afirmam que a TIR é um índice utilizado para medir a rentabilidade do investimento por unidade de tempo. Zago, Weise e Hornburg (2009) complementam dizendo que a taxa interna de retorno possui facilidade de visualização percentual do resultado obtido.

Para Hastings (2003), a análise de decisão através da TIR deve ser feita de acordo com as seguintes condições:

- Se TIR > TMA, o projeto é economicamente atrativo;
- Se TIR = TMA, é indiferente investir no projeto;
- Se TIR < TMA, o projeto não é economicamente atrativo;

Para o cálculo da TIR, Gitman (2010) recomenda o uso de softwares de cálculo, como o MS Excel, uma vez que envolvem técnicas complexas de tentativa e erro.

2.4.5 Payback descontado

O payback descontado e definido como a quantidade de períodos em que se leva para recuperar o investimento considerando o valor temporal do dinheiro. Este método faz uso do fluxo de caixa descontado a uma determinada TMA, resultando no momento em que o fluxo de caixa descontado irá zerar (MOTTA et al. 2009).

Conforme Bianchini (2014), o Payback descontado traduz-se em determinar em que quantidade de tempo o investimento irá se pagar empregando as entradas e saídas de caixa que foram realizadas posteriormente a data do pagamento inicial.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar a viabilidade econômica na implantação de um sistema de aquecimento de água a partir do vapor gerado em um digestor de vísceras em uma fábrica de farinhas, enquadrando-se em uma pesquisa de cunho bibliográfico e documental, baseada em materiais já elaborados e fontes secundarias de dados sob a forma de abordagem quantitativa e fins de pesquisa exploratórios (PRODANOV et al, 2013).

Baseado nas informações compreendidas na fundamentação teórica e na necessidade de detalhar as técnicas utilizadas para atingir os resultados, o encaminhamento metodológico foi segmentado em dois tópicos principais, listados a seguir.

3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

O levantamento dos dados para a elaboração da análise de viabilidade econômica fezse com o auxílio dos seguintes materiais:

- Históricos operacionais da empresa;
- MS Excel®;
- AutoCAD®;
- *Know-how* de empresas especializadas em equipamentos;

3.2 MÉTODOS UTILIZADOS

A primeira parte do estudo objetivou descobrir a vazão total de água aquecida utilizada para higienização, esta informação foi obtida juntamente com o supervisor do departamento de higienização da Copacol, sendo tais informações disponibilizadas em planilha MS Excel®. Segue quantidade de água em m³ necessária para cada setor produtivo, conforme (tabela 1).

Tabela 1: Consumo de água aquecida para higienização distribuído por setores do frigorífico.

Dados de demanda de água quente no processo		
Equipamento	Vazão (m³/h)	Temp. (°C)
Depenadeira (1) linha 1	8	75
Depenadeira (2) linha 1	8	68
Depenadeira (3) linha 1	8	60
Depenadeira (4) linha 1	0	50
Depenadeira (1) linha 2	8	75
Depenadeira (2) linha 2	8	68
Depenadeira (3) linha 2	8	60
Depenadeira (4) linha 2	0	50
Escaldador de patas linha1	8	65
Escaldador de patas linha2	8	65
Esterilizadores	0	90
Tanque de escaldagem linha (1)	21	60
Tanque de escaldagem linha (2)	21	60
Lavador de gaiolas linha 1 e 2	21	65
Higienização	200	55
Higienização	10	55
Total	337	

(Fonte: Próprio autor, 2019).

A partir das informações fornecidas pelo responsável do setor foram definidos os parâmetros do processo com base na temperatura em que a água deveria ser aquecida para utilização em cada setor do frigorifico, assim foi possível identificar qual temperatura demanda maior consumo de água, sendo observado que a temperatura de 55°C representa o consumo de 210 m³/h dos 337 m³/h consumidos atualmente.

Com base nestas informações, foi estabelecido que toda água aquecida no trocador de calor casco e tubo terá a temperatura de 55°C. Como poderá ser visto adiante, os trocadores de calor casco e tubo com vapor dos digestores de vísceras serão capazes de aquecer a água a aproximadamente 55 °C, a uma vazão de 150 m³/h. Com isso, constatou-se que a demanda excedente precisará ser aquecida com outra fonte de calor, ficando definido que esta vazão excedente será controlada por dois trocadores de placas, que serão alimentados com vapor saturado disponibilizados pelas caldeiras a vapor. Após estes parâmetros de trabalho serem estabelecidos, foi possível dimensionar os equipamentos principais como bombas centrífugas,

trocador de calor de placas e estação redutora de pressão que serão utilizados no sistema. Este dimensionamento foi executado pela a empresa Bermo@.

O trajeto que a água deverá percorrer desde seu ponto de origem, em temperatura ambiente, até o ponto de consumo, incluindo todos os seus estágios, foi desenvolvido a partir do software AUTOCAD®, pelo qual foi gerado um layout deste projeto, que poderá ser observado no apêndices A deste trabalho de pesquisa.

A empresa Neopla®, especializada neste tipo de aplicação, foi contratada pela COPACOL para realização de dimensionamento e desenvolvimento do fluxograma de funcionamento do sistema, complementando os equipamentos dimensionamentos pela empresa Bermo®.

Depois dos projetos concluídos, informações de dimensionamento, layout, fluxogramas e procedimentos de montagem, foi possível desenvolver os memoriais técnicos descritivos do projeto. Estes documentos foram enviados aos fornecedores especializados nas áreas de civil, mecânica e elétrica de automação, sendo possível obter as cotações comerciais do investimento. Os memoriais descritivos dos equipamentos estão disponíveis nos (apêndices B) deste projeto de pesquisa. Os memoriais descritivos de execução civil, instalações elétricas e automação não estão disponíveis nos apêndices por se tratar de informações confidenciais não autorizadas pela empresa Copacol.

Os cálculos de energia disponíveis no sistema foram feitos com o auxílio das informações estabelecidas pelos fabricantes dos equipamentos e utilizadas como fontes secundárias para cálculos simplificados de balanço de energia, utilizando conceitos termodinâmicos como poderá ser visto adiante.

Finalmente, para a análise da viabilidade econômica, foi necessário montar o fluxo de caixa da empresa a partir dos resultados de perdas e ganhos do sistema, aproveitando o vapor gerado pelo digestor, comparado a utilização de vapor oriundo da caldeira no aquecimento de água de higienização.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

Neste tópico do trabalho será apresentado o funcionamento do sistema de forma particionada para melhor compreensão do leitor, os sub tópicos tem como objetivo descrever em blocos o passo a passo do projeto proposto.

Os blocos do sistema serão divididos entre origem e destino de cada micro fase, e terão os seguintes títulos:

- Água cisterna/ trocador de calor.
- Armazenamento da água no termo acumulador.
- Sistema de troca de calor
- Estação redutora de pressão
- Termo acumulador / consumo de água aquecida no processo.

4.1.1 ÁGUA CISTERNA/ TROCADOR DE CALOR

A água a ser aquecida para higienização dos equipamentos e utensílios do frigorifico de frango é originada de uma cisterna que contém água a aproximadamente 20 a 25°C de temperatura. A água é então bombeada através de tubos em aço de carbono até chegar a dois trocadores de calor: casco e tubo, os quais utilizarão vapor oriundo da fábrica de farinhas para a realização de troca térmica. Ao passar por este trocador a água é então aquecida a uma temperatura de aproximadamente 55 °C, onde então será destinada a um tanque de armazenamento conhecido como tanque termo acumulador. Ao todo serão em torno de 150 m³/h de água aquecida por dois trocadores de calor casco e tubo, sendo um com 6.000 e outro com 3.000 kg/h de vapor saturado.

O fluxo desta fase do processo pode ser observado na figura abaixo:

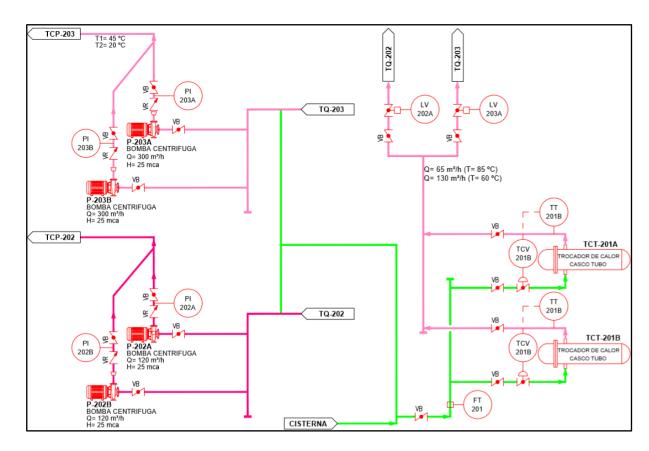


Figura 5: Fluxograma do processo (água cisterna/ trocador de calor).

(Fonte: Autor, 2019).

Para compreensão do fluxograma apresentado acima, deve-se observar a figura abaixo com a legenda das respetivas *tags* utilizadas. Esta legenda também servirá para os demais fluxogramas que serão apresentados adiante.

LEGENDA					
LISTA DE FLUIDOS	EQUIPAMENTOS	INSTRUMENTAÇÃO	VÁLVULAS E ACESSÓRIOS		
ÁGUA ABRANDADA - AA AGUA BRUTA - ABT ÁGUA INDUSTRIAL - AI ÁGUA POTÁVEL - AP ÁGUA QUENTE 38°C - AQ38 ÁGUA QUENTE 60°C - AQ60 ÁGUA QUENTE 70°C - AQ60 ÁGUA QUENTE 70°C - AQ90 ÁGUA QUENTE 90°C - AQ90 ÁGUA QUENTE 90°C - AQ90 ÁGUA GUENTE 90°C - AQ90 ÁGUA FRIA PRESSURIZADA - APP AR COMPRIMIDO - AC CONDENSADO - CD EFLUENTE - EFF EFLUENTE PENAS - EFF EFLUENTE SANGUE - EFS EFLUENTE TRIPAS - EFT EFLUENTE VÍSCERAS - EFV EXISTENTE HIGIENIZAÇÃO - HIG VAPOR - VP	TQ-203— TANQUE TERMO ACUMULADOR 1200M3 TQ-202— TANQUE TERMO ACUMULADOR 100M3 P-203A — BOMBA CENTRIFUGA 300 M3 P-203B — BOMBA CENTRIFUGA 300 M3 P-202A — BOMBA CENTRIFUGA 120 M3 P-202B — BOMBA CENTRIFUGA 120 M3 TCP-203 — TROCADOR DE CALOR PLACAS TCP-202 —TROCADOR DE CALOR PLACAS ERP-200 —ESTAÇÃO REDUTORA DE PRESSÃO TCT-201A—TROCADOR CASCO E TUBO 3.000 kg/h TCT-201B—TROCADOR CASCO E TUBO 6.000 kg/h	PI — MANOMETRO PT — TRANSMISSOR DE PRESSÃO TI — TRANSMISSOR DE PRESSÃO TI — TRANSMISSOR DE TEMPERATURA LSH— CHAVE DE NÍVEL ALTA LSL— CHAVE DE NÍVEL BAIXA LC — CONTROLE DE NÍVEL LT — TRANSMISSOR DE NÍVEL TC — CONTROLE DE TEMP. FI — INDICA VAZÃO FC — CONTROLE DE VAZÃO FM — MEDIDOR DE VAZÃO FM — MEDIDOR DE VAZÃO FT — TRANSMISSOR DE VAZÃO FT — TRANSMISSOR DE VAZÃO FV — VÁLV. CONTR.VAZÃO (ON—OFF) TV — VÁLV. CONTR.NIVEL (ON—OFF) LV — VÁLV. CONTR.NIVEL (ON—OFF) FCV — VÁLV. CONTR.NIVEL (PROPOR.) LCV — VÁLV. CONTR.NIVEL (PROPOR.) TCV — VÁLV. CONTR.TEMP. (PROPOR.) TCV — VÁLV. CONTR.TEMP. (PROPOR.) PCV — VÁLV. DE ALÍVIO E SEGURANÇA PV — PURGADOR DE BÓIA	AE — VÁLVULA AERODINÂMICA BO — VÁLVULA BOIA EA — ELIMINADOR DE AR ES — VÁLVULA ESFERA FY — FILTRO Y GA — VÁLVULA GAVETA GL — VÁLVULA GAVETA GL — VÁLVULA PASSAGEM RETA SU — SEPARADOR DE UMIDADE VB — VÁLVULA BORBOLETA VR — VÁLVULA DE RETENÇÃO VD — VÁLVULA DIAFRAGMA		

Figura 6: Legenda do fluxograma do processo.

(Fonte: Autor, 2019).

4.1.2 ARMAZENAMENTO DA ÁGUA NO TERMO ACUMULADOR

O projeto contempla dois tanques de armazenamento de água aquecida, completamente revestidos com isolante térmico, contendo lã de rocha, sendo o primeiro (tanque 01) com um volume total de 1200 m³, com água que poderá chegar até a temperatura de 60°C e o outro (tanque 02) com volume total de 100 m³, com água que poderá chegar até a temperatura de 90 °C. O tanque 02 terá um reaquecimento da água armazenada, elevando e mantendo a temperatura a 90 °C, caso seja necessário, o tanque 01 também terá volumes de controle similares ao tanque 02, porém com o objetivo de mantê-lo a temperaturas menores, que não ultrapassem a temperatura de 60°C. Este controle da temperatura nos dois tanques será feito através da recirculação do fluido de água, utilizando-se de bombas centrifugas, ligadas a parte inferior dos tanques e passando por trocadores de calor do tipo placas, ligados aos seus respetivos tanques. A vazão destas bombas, assim como a temperatura, será controlada por válvula de controle, a fim de manter a alimentação de água na temperatura desejada para cada tanque.

Nos momentos em que a demanda de água consumida no processo de higienização for maior que a disponível pelos trocadores casco e tubo, os tanques termo acumuladores receberão água em temperatura ambiente, através de um bombeamento direto entre a cisterna e os tanques termo acumuladores. Então esta água também será aquecida pelos trocadores de

placas próximos aos tanques termo acumuladores. Assim, o sistema de trocador de calor tipo placas poderá receber tanto água aquecida oriunda dos trocadores casco e tubo, quanto água em temperatura ambiente, oriunda diretamente da cisterna, garantindo assim a seguridade do processo, caso a fábrica de farinha não esteja em operação por exemplo.

O fluxo desta fase do processo pode ser observado na figura 7 abaixo:

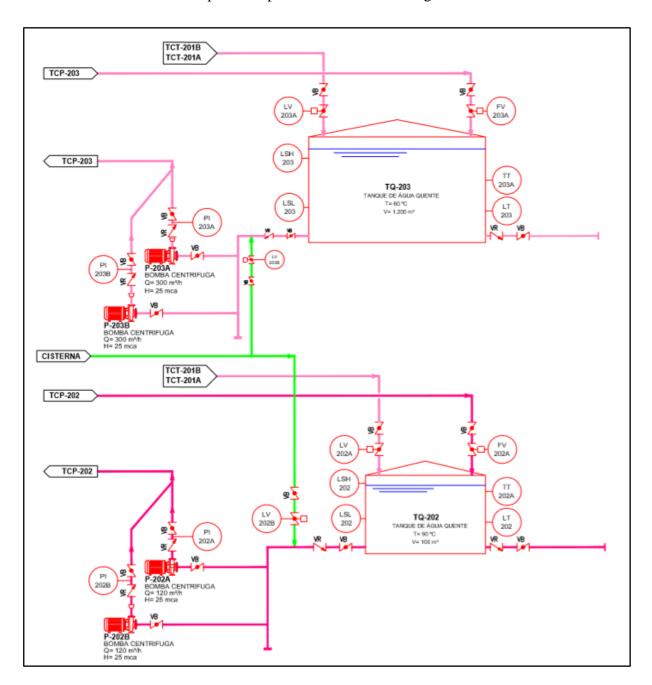


Figura 7: Fluxograma do processo (armazenamento da água no termo acumulador).

(Fonte: Autor ,2019).

4.1.3 SISTEMA DE TROCA DE CALOR

Como já observado anteriormente, os trocadores de placa terão como função controlar as variáveis de processo do sistema, mantendo as temperaturas desejadas para cada tanque termo acumulador. Estes controles serão feitos através da modulação no fluxo de água ao passar pelo trocador de calor tipo placas. O controle de vapor que vai para o trocador tipo placas será executado por uma estação redutora de pressão, assim será possível obter um controle preciso da temperatura desejada através do controle de pressão no sistema. A água a ser aquecida nestes trocadores voltarão para os tanques termo acumuladores, sendo introduzida pela parte superior. Este processo será executado sempre que os sensores de temperatura instalados nos tanques termo acumuladores acusarem a necessidade de que a água armazenada precise de elevação da sua temperatura. Isso significa que a água, quando armazenada nos tanques, estará em constante recirculação entre os tanques termo acumuladores e os trocadores de calor tipo placa, sempre que houver necessidade. Pois mesmo os tanques sendo revestidos com material isolante, há a possibilidade de perderem energia para o meio ambiente e assim necessitar de um reestabelecimento da temperatura. Este processo sempre acontecerá com mais frequência em momentos do dia em que haver baixo consumo de água para higienização, e, portanto, a água aquecida pelo trocador casco e tubo deverá ser armazenada.

Para que o sistema de trocadores de placas devolva a água para os tanques termo acumuladores na temperatura desejada, o sistema terá uma válvula moduladora automática que será controlada por um sistema supervisório instalado na sala de operação da fábrica. Este sistema recebe as informações dos sensores de temperatura instalados nos tanques.

Diferentemente dos trocadores casco tubo os trocadores de placas serão alimentados por vapor oriundo das caldeiras.

Esta etapa do processo poderá ser observada na figura 9 abaixo:

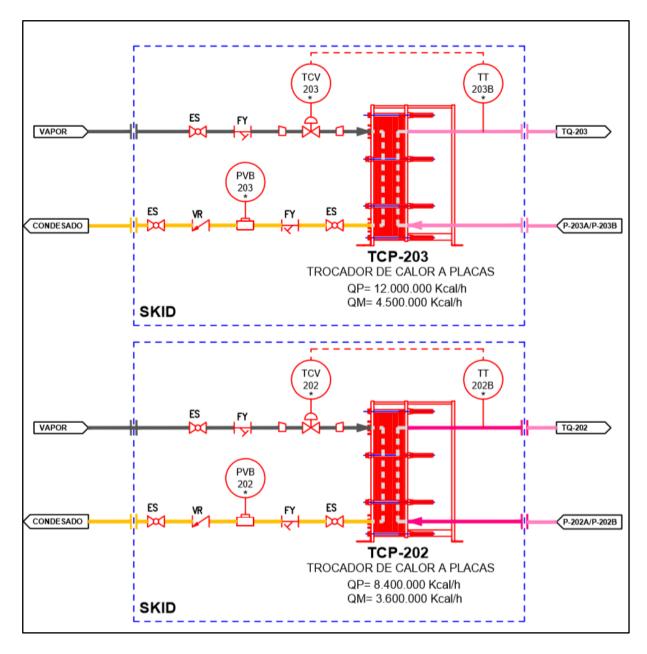


Figura 8: Fluxograma do processo (sistema de troca de calor).

(Fonte: Autor, 2019).

Como trata-se de um sistema de alta complexidade, a COPACOL contratou uma empresa especializada neste tipo de aplicação, tanto para o projeto dos trocadores de placas, quanto para a estação redutora de vapor, que controla a quantidade de vapor que passa por estes trocadores.

O presente trabalho não especifica os cálculos para estes dimensionamentos dos equipamentos, sendo utilizado apenas o Know-how da empresa BERMO, oportunizando ser conteúdo de trabalhos futuros, caso o projeto comprove viabilidade.

O sistema dos trocadores de calor tipo placa tem como função garantir as variáveis de controle e suplementar toda a rede de água aquecida a ser consumida, caso necessário. Assim podemos dizer que se trata dos equipamentos mais importantes do sistema como um todo. Pois são os responsáveis não só por garantir o controle das variáveis do processo, como por suportar a necessidade de água aquecida para a higienização, caso a fábrica de farinhas não esteja em funcionamento, por exemplo. Embora seja de vital importância para o sistema, o objetivo desta pesquisa é utilizá-lo o mínimo possível. Pois como já foi mencionado anteriormente, os trocadores tipo placa são alimentados por vapor gerado pelas caldeiras, sendo que a utilização demasiada deste sistema, em virtude de qualquer motivo fora do planejado, pode inviabilizar a proposta deste projeto, visto que a ideia é justamente utilizar o máximo possível da energia fornecida pelo trocador casco e tubo, que recebe vapor oriundo da fábrica de farinhas.

A figura 9 ilustra o trocador de calor tipo casco e tubo existente na fábrica.



Figura 9: Trocador casco e tubo existente na fábrica de farinhas

(Fonte: Autor ,2019).

4.1.4 ESTAÇÃO REDUTORA DE PRESSÃO/ TROCADOR PLACA

Como mencionado, ao utilizar os tocadores de placas no sistema, o vapor de alimentação será originado das caldeiras na planta.

O vapor disponibilizado pela caldeira trabalha com pressão manométrica de aproximadamente 10 bar de vapor saturado, chegando a uma temperatura de aproximadamente 180 °C. A estação redutora de pressão, que controla a pressão do vapor, tem como objetivo rebaixar a pressão do vapor que alimenta os trocadores de placas, como a temperatura mais elevada armazenada no tanque termo acumulador é de 90 °C. Sendo assim, a estação redutora tem como objetivo baixar a pressão dos sistemas para um melhor controle de temperatura, ação que será executada por uma válvula moduladora.

A seguir na figura 10 ilustra o fluxograma da estação redutora de pressão no processo:

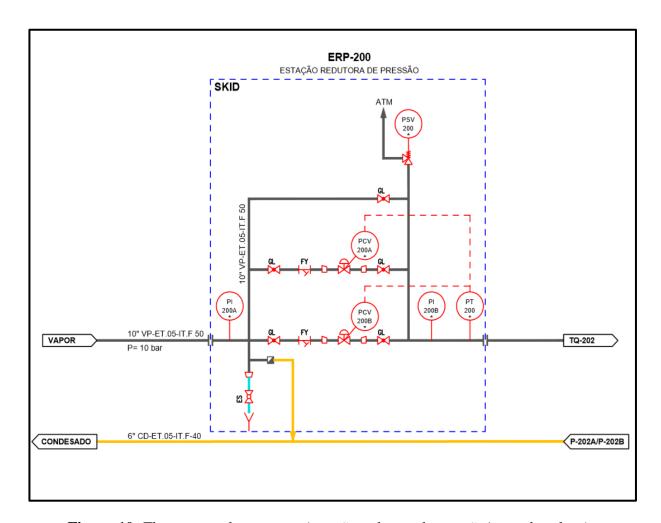


Figura 10: Fluxograma do processo (estação redutora de pressão/ trocador placa).

(Fonte: Autor, 2019).

4.1.5 TERMO ACUMULADOR / CONSUMO DE ÁGUA AQUECIDA NO PROCESSO

Com a temperatura estabilizada nos tanques termo acumuladores, a água poderá ser consumida no processo de higienização dentro do frigorifico. As tubulações utilizadas para a distribuição de água dentro do frigorifico serão as existentes, assim pode-se considerar que o projeto se delimita até a entrada do frigorifico de aves, onde será ligado à rede nas linhas de tubulação já existentes.

Ao serem acionados os pontos consumidores, sensores de fluxo ligados a tubulação de água captam a informação que há um ponto consumidor em uso, fazendo com que o sistema de automação ligue as bombas pressurizadoras que interligam a água aquecida dos tanques termo acumuladores até os pontos de consumo.

O fluxo desta fase do processo pode ser observado na figura 11 abaixo:

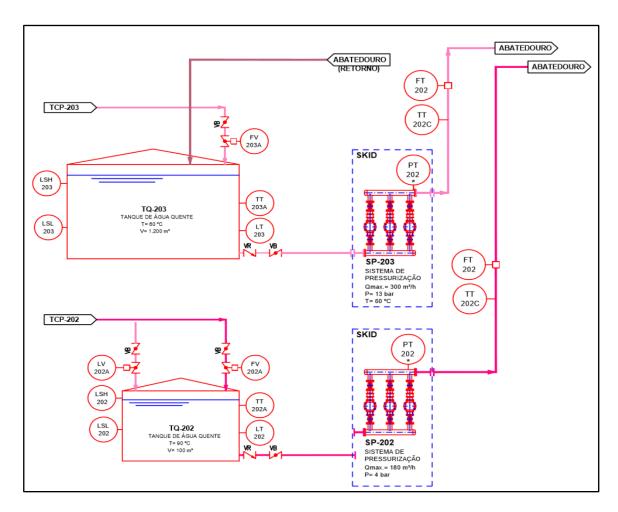


Figura 11: Fluxograma do processo (termo acumulador / consumo de água aquecida no processo).

(Fonte: Autor, 2019).

4.2 VOLUME DE ÁGUA A SER AQUECIDA E UTILIZADA PARA HIGENIZAÇÃO

Os dados de interesse foram coletados através do histórico de controle da empresa, tomando como base o consumo de cada setor do frigorifico. Estas informações foram planilhadas com o auxílio do MS Excel®, obtendo-se os respectivos consumos em cada setor do frigorifico que devem ser higienizados com a água aquecida, considerando os equipamentos em funcionamento durante os horários de produção e as paradas Inter turnos com higienização completa, conforme apresentado na tabela abaixo.

Tabela 2: Consumo de água aquecida e carga térmica da vazão total do sistema.

	Dade	os de demano	la de água	quente no	processo	
Itens	Equipamento	Vazão (m³/h)	Temp. (°C)	kcal/h	kcal/dia	Horário de Utilização
1	Depenadeira (1) linha 1	8	75	400.000	7.920.000	Durante a produção
2	Depenadeira (2) linha 1	8	68	344.000	6.811.200	Durante a produção
3	Depenadeira (3) linha 1	8	60	280.000	5.544.000	Durante a produção
4	Depenadeira (4) linha 1	0	50	0	0	Durante a produção
5	Depenadeira (1) linha 2	8	75	400.000	7.920.000	Durante a produção
6	Depenadeira (2) linha 2	8	68	344.000	6.811.200	Durante a produção
7	Depenadeira (3) linha 2	8	60	280.000	5.544.000	Durante a produção
8	Depenadeira (4) linha 2	0	50	0	0	Durante a produção
9	Escaldador de patas linha (1)	8	65	320.000	6.336.000	Durante a produção
10	Escaldador de patas linha (2)	8	65	320.000	6.336.000	Durante a produção
11	Esterilizadores	0	90	0	0	Durante a produção
12	Tanque de escaldagem linha (1)	21	60	735.000	14.553.000	Durante a produção
13	Tanque de escaldagem linha (2)	21	60	735.000	14.553.000	Durante a produção
14	Lavador de gaiolas linha (1 e 2)	21	65	840.000	16.632.000	Durante a produção
4.5	TT 1 1 2	200			20 000 000	Durante a
15	Higienização	200	55	6.000.000	30.000.000	higienização Higienização
16	Higienização	10	55	300.000	5.940.000	(continua)
Total		337		11.298.000	134.900.400	

(Fonte: autor, 2019).

Embora o item 11 (esterilizadores) tenha necessidade do uso de água com temperatura de 90 °C na sua higienização, os mesmos ainda não utilizam a água aquecida do sistema. O projeto contempla esta possibilidade, pois futuramente a Copacol pretende integrar a rotina de higienização com água aquecida também nestes equipamentos. No entanto, esta variável não interfere em absolutamente nada no estudo desta viabilidade econômica, sendo que a oportunidade pretendida com este trabalho é a economia com água aquecida até 55°C, utilizando o vapor produzido pelo cozimento das vísceras através do trocador casco e tubo.

4.3 DADOS DO TROCADOR DE CALOR DA FÁBRICA DE FARINHA

Os dados a seguir são de propriedade intelectual da empresa *Haarslev*® que projetou, fabricou e executou todos os equipamentos da fábrica de farinhas existente na planta.

Na fábrica de farinhas, estão à disposição dois trocadores de calor casco e tubo projetados pela *Haarslev*®, esses equipamentos usarão os gases quentes dos digestores para o aquecimento de água.

Para os cálculos realizados foi considerado o trabalho de um digestor com carga de 6.000 kg/h de vapor saturado e outro com carga de 3.000 kg/h de vapor saturado, desta forma obtém-se a troca térmica fornecida pelo fabricante dos equipamentos conforme a tabela 3 e tabela 4 logo abaixo.

Tabela 3: Digestor 01 com carga de 6.000 kg/h de vapores

VAP	ORES		Á	GUA		TROCA			EXTRA		
Vazão	Tin	Tout	Vazão	Tin	Tout	IROCA	% cond.	V água	Coef. Troca	LMTD	Área
6000 Kg/h	96 °C	85 °C	35,00 m³/h	20 °C	87,55 °C	2750 KW	70,9%	0,81 m/s	2139 W/m ² .°C	27,79 °C	46,26 m ²
6000 Kg/h	96 °C	84 °C	37,50 m ³ /h	20 °C	86,31 °C	2892 KW	74,4%	0,87 m/s	2175 W/m ² .°C	28,73 °C	46,28 m ²
6000 Kg/h	96 °C	82 °C	40,00 m ³ /h	20 °C	84,99 °C	3023 KW	77,6%	0,92 m/s	2207 W/m ² .°C	29,61 °C	46,26 m ²
6000 Kg/h	96 °C	81 °C	42,50 m ³ /h	20 °C	83,59 °C	3143 KW	80,4%	0,98 m/s	2235 W/m ² .°C	30,41 °C	46,26 m ²
6000 Kg/h	96 °C	79 °C	45,00 m³/h	20 °C	82,14 °C	3252 KW	82,9%	1,04 m/s	2259 W/m ² .°C	31,12 °C	46,26 m ²
6000 Kg/h	96 °C	77 °C	47,50 m³/h	20 °C	80,65 °C	3351 KW	85,1%	1,10 m/s	2281 W/m ² .°C	31,74 °C	46,28 m ²
6000 Kg/h	96 °C	75 °C	50,00 m³/h	20 °C	79,10 °C	3437 KW	87,0%	1,16 m/s	2300 W/m ² .°C	32,30 °C	46,26 m ²
6000 Kg/h	96 °C	67 °C	60,00 m³/h	20 °C	72,87 °C	3689 KW	92,1%	1,39 m/s	2361 W/m ² .°C	33,79 °C	46,26 m ²
6000 Kg/h	96 °C	61 °C	70,00 m³/h	20 °C	67,14 °C	3838 KW	94,7%	1,62 m/s	2408 W/m ² .°C	34,44 °C	46,28 m ²
6000 Kg/h	96 °C	56 °C	80,00 m³/h	20 °C	62,22 °C	3929 KW	96,0%	1,85 m/s	2449 W/m ² .°C	34,67 °C	46,27 m ²
6000 Kg/h			90,00 m³/h						2486 W/m ² .°C		
6000 Kg/h	96 °C	49 °C	100,00 m ³ /h	20 °C	54,67 °C	4032 KW	97,3%	2,31 m/s	2520 W/m ² .°C	34,58 °C	46,26 m ²
6000 Kg/h	96 °C	46 °C	110,00 m ³ /h	20 °C	51,76 °C	4063 KW	97,7%	2,54 m/s	2551 W/m ² .°C	34,43 °C	46,26 m ²
6000 Kg/h	96 °C	44 °C	120,00 m ³ /h	20 °C	49,29 °C	4088 KW	97,9%	2,77 m/s	2580 W/m ² .°C	34,25 °C	46,26 m ²
6000 Kg/h	96 °C	43 °C	130,00 m ³ /h	20 °C	47,16 °C	4107 KW	98,1%	3,01 m/s	2606 W/m ² .°C	34,07 °C	46,26 m ²
6000 Kg/h	96 °C	41 °C	140,00 m ³ /h	20 °C	45,32 °C	4123 KW	98,2%	3,24 m/s	2631 W/m ² .°C	33,88 °C	46,26 m ²
			150,00 m ³ /h						2653 W/m ² .°C		
6000 Kg/h	96 °C	39 °C	160,00 m ³ /h	20 °C	42,28 °C	4147 KW	98,4%	3,70 m/s	2674 W/m ² .°C	33,52 °C	46,27 m ²
6000 Kg/h	96 °C	38 °C	170,00 m ³ /h	20 °C	41,02 °C	4156 KW	98,5%	3,93 m/s	2693 W/m ² .°C	33,36 °C	46,27 m ²
			180,00 m ³ /h				-		2711 W/m ² .°C	-	-
			190,00 m ³ /h						2728 W/m ² .°C		
-			200,00 m ³ /h						2743 W/m ² .°C		
6000 Kg/h	96 °C	36 °C	210,00 m ³ /h	20 °C	37,12 °C	4182 KW	98,7%	4,86 m/s	2758 W/m ² .°C	32,78 °C	46,26 m ²

(Fonte: Haarslev, 2019)

Tabela 4: Digestor 02 com carga de 3.000 kg/h de vapores

VAPORES	ÁGUA		TROCA			EXTRA		
Vazão Tin Tout	Vazão Tin	Tout	TROCA	% cond.	V água	Coef. Troca	LMTD	Área
3000 Kg/h 96 °C 61 °C	25,00 m³/h 20 °C	85,75 °C	1912 KW	94,4%	0,58 m/s	1851 W/m ² .°C	22,32 °C	46,27 m ²
3000 Kg/h 96 °C 54 °C	27,50 m³/h 20 °C	81,83 °C	1978 KW	96,4%	0,64 m/s	1889 W/m ² .°C	22,63 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 48 °C	30,00 m³/h 20 °C	77,90 °C	2020 KW	97,4%	0,69 m/s	1926 W/m ² .°C	22,68 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 43 °C	32,50 m³/h 20 °C	74,21 °C	2049 KW	98,0%	0,75 m/s	1961 W/m ² .°C	22,59 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 40 °C	35,00 m³/h 20 °C	70,84 °C	2069 KW	98,4%	0,81 m/s	1995 W/m ² .°C	22,41 °C	46,28 m ²
3000 Kg/h 96 °C 37 °C	37,50 m³/h 20 °C	67,79 °C	2084 KW	98,6%	0,87 m/s	2029 W/m ² .°C	22,20 °C	46,27 m ²
3000 Kg/h 96 °C 35 °C	40,00 m³/h 20 °C	65,06 °C	2096 KW	98,8%	0,92 m/s	2062 W/m ² .°C	21,97 °C	46,27 m ²
3000 Kg/h 96 °C 33 °C	42,50 m³/h 20 °C	62,59 °C	2105 KW	98,9%	0,98 m/s	2093 W/m ² .°C	21,74 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 32 °C	45,00 m³/h 20 °C	60,36 °C	2112 KW	99,0%	1,04 m/s	2123 W/m ² .°C	21,50 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 31 °C	47,50 m³/h 20 °C	58,34 °C	2118 KW	99,1%	1,10 m/s	2152 W/m ² .°C	21,27 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 30 °C	50,00 m ³ /h 20 °C	56,51 °C	2123 KW	99,1%	1,16 m/s	2180 W/m ² .°C	21,05 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 27 °C	60,00 m³/h 20 °C	50,61 °C	2136 KW	99,3%	1,39 m/s	2281 W/m ² .°C	20,25 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 25 °C	70,00 m³/h 20 °C	46,33 °C	2144 KW	99,3%	1,62 m/s	2367 W/m ² .°C	19,57 °C	46,28 m ²
3000 Kg/h 96 °C 24 °C	80,00 m³/h 20 °C	43,09 °C	2149 KW	99,4%	1,85 m/s	2442 W/m ² .°C	19,02 °C	46,27 m ²
3000 Kg/h 96 °C 23 °C	90,00 m³/h 20 °C	40,56 °C	2152 KW	99,4%	2,08 m/s	2506 W/m ² .°C	18,56 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 23 °C	100,00 m ³ /h 20 °C	38,52 °C	2154 KW	99,4%	2,31 m/s	2563 W/m ² .°C	18,17 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 22 °C	110,00 m³/h 20 °C	36,85 °C	2156 KW	99,4%	2,54 m/s	2614 W/m ² .°C	17,82 °C	46,28 m ²
3000 Kg/h 96 °C 22 °C	120,00 m³/h 20 °C	35,46 °C	2157 KW	99,4%	2,77 m/s	2659 W/m ² .°C	17,54 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 22 °C	130,00 m ³ /h 20 °C	34,27 °C	2158 KW	99,4%	3,01 m/s	2700 W/m ² .°C	17,29 °C	46,24 m ²
3000 Kg/h 96 °C 22 °C	140,00 m³/h 20 °C	33,26 °C	2159 KW	99,5%	3,24 m/s	2736 W/m ² .°C	17,07 °C	46,24 m ²
3000 Kg/h 96 °C 22 °C	150,00 m ³ /h 20 °C	32,38 °C	2160 KW	99,5%	3,47 m/s	2770 W/m ² .°C	16,87 °C	46,23 m ²
3000 Kg/h 96 °C 21 °C	160,00 m³/h 20 °C	31,61 °C	2160 KW	99,5%	3,70 m/s	2800 W/m ² .°C	16,68 °C	46,26 m ²
3000 Kg/h 96 °C 21 °C	170,00 m³/h 20 °C	30,93 °C	2161 KW	99,5%	3,93 m/s	2828 W/m ² .°C	16,51 °C	46,26 m ²

(Fonte: Haarslev, 2019).

4.4 CÁLCULO PARA A ÁGUA ARMAZENADA NOS TERMOS ACUMULADORES

Para os tanques termo acumuladores de água quente a ser utilizada no processo, o ideal é que a armazenagem da água esteja com a temperatura mais próxima possível do consumo de maior vazão existente na planta, que neste caso, é a higienização noturna com temperatura de aproximadamente 55°C. Com essa temperatura chega-se a uma vazão de 100 m³/h para o trocador 01 e 50 m³/h para o trocador 02, desta forma é obtido um volume total de 150 m³/h de água a aproximadamente 55°C de temperatura. A energia recuperada é de 6.155 kw ou 5.292.347,206 kcal/h. Considerando que a operação da fábrica de farinhas será de 22 horas por dia, atribuindo um rendimento de 75% no trocador devido a perdas por incrustações, chega-se ao total de energia recuperada conforme cálculos abaixo:

$$Q_T = Q_{d6.000 \text{ kg/h}} + Q_{d3.000 \text{ kg/h}}$$
 (2)

Onde:

 Q_T : Energia total do sistema

 $Q_{d6.000\,\mathrm{kg/h}}$: Energia disponível pelo digestor de 6.000 kg/h

 $Q_{d3.000 \text{ kg/h}}$: Energia disponível pelo digestor de 3.000 kg/h

$$Q_T = (4032 + 2123)kw$$
 $Q_T = 6155 \ kw = 5.292.347,206 \ kcal/h$

Com a operação de 22 horas por dia da fábrica de farinhas obtém-se:

$$Q_T = 5.292.347,206 * 22h$$

 $Q_T = 116.431.638,5 \ kcal/dia$

Aplicando o rendimento de 75% nos trocadores.

$$Q_{Treal} = 116.431.638,5 \text{ kcal/dia} * 0,75$$

 $Q_{Treal} = 87.323.728,88 \text{ kcal/dia}$

Onde:

 Q_{Treal} = Energia total real do sistema;

O fator de eficiência de 75% utilizado para os cálculos acima, foi mensurado pelo fornecedor Bermo®. A empresa alegou ser "conservadora" para este cálculo, dado a complexidade do sistema a ser instalado. Como há diversas variáveis de ambiente e tubulações longas, com várias ramificações, mesmo que embora estejam todas devidamente isoladas termicamente, a eficiência precisa do sistema que poderá ser explorado como objeto de estudo futuro, caso o projeto se mostre viável economicamente. A empresa Bermo® assume o contrato de negócio com a garantia de 75 % de eficiência no sistema proposto.

Atualmente o consumo é de cerca de 134.900.400 kcal/dia para aquecimento de água. mesmo os trocadores de calor da fábrica de farinhas gerarão cerca de 87.323.728,88 kcal/dia, ainda assim, será necessário de 47.576.671,13 kcal/dia para aquecimento do restante da água consumida, a qual será aquecida pelos trocadores de placas.

Para chegar ao consumo de vapor com a utilização dos trocadores de calor da fábrica de farinhas, foi buscado na tabela termodinâmica as entalpias de vapor saturado e liquido saturado, considerando que, seria gerado a mesma capacidade térmica em um trocador placas

com entrada de vapor saturado a 500 kpa em pressão absoluta a 155,86 °C e saída de liquido saturado. Na tabela termodinâmica será:

Tabela 5: Tabela termodinâmica de vapor saturado

Volume específico (m³/kg)		Energia interna (kJ/kg)			Entalpia (kJ/kg)			Entropia (kJ/kg K)				
Pressão kPa	Temp. °C	Líquido sat.	Vapor sat.	Líquido sat.	Evap.	Vapor sat.	Líquido sat.	Evap.	Vapor sat.	Líquido sat.	Evap.	Vapor sat.
P	T	V _I	V _V	u _I	u _{lv}	u _v	h	h _{lv}	h_{ν}	sı	s_h	S_{V}
0,6113	0,01	0,001000	206,132	0	2375,3	2375,3	0,00	2501,30	2501,30	0,0000	9,1562	9,1562
1	6,98	0,001000	129,20802	29,29	2355,69	2384,98	29,29	2484,89	2514,18	0,1059	8,8697	8,9756
1,5	13,03	0,001001	87,98013	54,70	2338,63	2393,32	54,70	2470,59	2525,30	0,1956	8,6322	8,8278
2	17,50	0,001001	67,00385	73,47	2326,02	2399,48	73,47	2460,02	2533,49	0,2607	8,4629	8,7236
2,5	21,08	0,001002	54,25385	88,47	2315,93	2404,40	88,47	2451,56	2540,03	0,3120	8,3311	8,6431
3	24,08	0,001003	45,66502	101,03	2307,48	2408,51	101,03	2444,47	2545,50	0,3545	8,2231	8,5775
4	28,96	0,001004	34,80015	121,44	2293,73	2415,17	121,44	2432,93	2554,37	0,4226	8,0520	8,4746
5	32,88	0,001005	28,19251	137,79	2282,70	2420,49	137,79	2423,66	2561,45	0,4763	7,9187	8,3950
7,5	40,29	0,001008	19,23775	168,76	2261,74	2430,50	168,77	2406,02	2574,79	0,5763	7,6751	8,2514
10	45,81	0,001010	14,67355	191,79	2246,10	2437,89	191,81	2392,82	2584,63	0,6492	7,5010	8,1501
15	53,97	0,001014	10,02218	225,90	2222,83	2448,73	225,91	2373,14	2599,06	0,7548	7,2536	8,0084
20	60,06	0,001017	7,64937	251,35	2205,36	2456,71	251,38	2358,33	2609,70	0,8319	7,0766	7,9089
25	64,97	0,001020	6,20424	271,88	2191,21	2463,08	271,90	2346,29	2618,19	0,8930	6,9383	7,8313
30	69,10	0,001022	5,22918	289,18	2179,22	2468,40	289,21	2336,07	2625,28	0,9439	6,8247	7,7686
40	75,87	0,001026	3,99345	317,51	2159,49	2477,00	317,55	2319,19	2636,74	1,0258	6,6441	7,6700
50	81,33	0,001030	3,24034	340,42	2143,43	2483,85	340,47	2305,40	2645,87	1,0910	6,5029	7,5939
75	91,77	0,001037	2,21711	394,29	2112,39	2496,67	384,36	2278,59	2662,96	1,2129	6,2434	7,4563
100	99,62	0,001043	1,69400	417,33	2088,72	2506,06	417,44	2258,02	2675,46	1,3025	6,0568	7,3593
125	105,99	0,001048	1,37490	444,16	2069,32	2513,48	444,30	2241,05	2685,35	1,3739	5,9104	7,2843
150	111,37	0,001053	1,15933	466,92	2052,72	2519,64	467,08	2226,46	2693,54	1,4335	5,7897	7,2232
175	116,06	0,001057	1,00363	486,78	2038,12	2524,90	486,97	2213,57	2700,53	1,4848	5,6868	7,1717
200	120,23	0,001061	0,88573	504,47	2025,02	2529,49	504,68	2201,96	2706,63	1,5300	5,5970	7,1271
225	124,00	0,001064	0,79325	520,45	2013,10	2533,56	520,69	2191,35	2712,04	1,5705	5,5173	7,0878
250	127,43	0,001067	0,71871	535,08	2002,14	2537,21	535,34	2181,55	2716,89	1,6072	5,4455	7,0526
275	130,60	0,001070	0,65731	548,57	1991,95	2540,53	548,87	2172,42	2721,29	1,6407	5,3801	7,0208
300	133,55	0,001073	0,60582	561,13	1982,43	2543,55	561,45	2163,85	2725,30	1,6717	5,3201	6,9918
325	136,30	0,001076	0,56201	572,88	1973,46	2546,34	573,23	2155,76	2728,99	1,7005	5,2646	6,9651
350	138,88	0,001079	0,52425	583,93	1964,98	2548,92	584,31	2148,10	2732,40	1,7274	5,2130	6,9404
375	141,32	0,001081	0,49137	594,38	1956,93	2551,31	594,79	2140,79	2735,58	1,7527	5,1647	6,9174
400	143,63	0,001084	0,46246	604,29	1949,26	2553,55	604,73	2133,81	2738,53	1,7766	5,1193	6,8958
450	147,93	0,001004	0,41398	622,75	1934,87	2557,62	623,24	2120,67	2743,91	1,8206	5,0359	6,8565
500	151,86	0,001000	0,37489	639,66	1921,57	2561,23	640,21	2108,47	2748,67	1,8606	4,9606	6,8212
550	155,48	0,001097	0,34268	655,30	1909,17	2564,47	655,91	2097,04	2752,94	1,8972	4,8920	6,7892
600	158,85	0,001037	0,31567	669,88	1897,52	2567,40	670,54	2086,26	2756,80	1,9311	4,8289	6,7600
650	162,01	0,001104	0,29268	683,55	1886,51	2570,06	684,26	2076,04	2760,30	1,9627	4,7704	6,7330
700	164,97	0,001104	0,23286	696,43	1876,07	2572,49	697,20	2066,30	2763,50	1,9922	4,7158	6,7080
750	167,77	0,001108	0,25560	708,62	1866,11	2574,73	709,45	2056,89	2766,43	2,0199	4,6647	6,6846
800	170,43	0,001111	0,23360	720,20	1856,58	2576,79	721,10	2048,04	2769,13	2,0461	4,6166	6,6627

(Fonte: Van Wylen, 2019).

Para o cálculo termodinâmico de trocadores de calor:

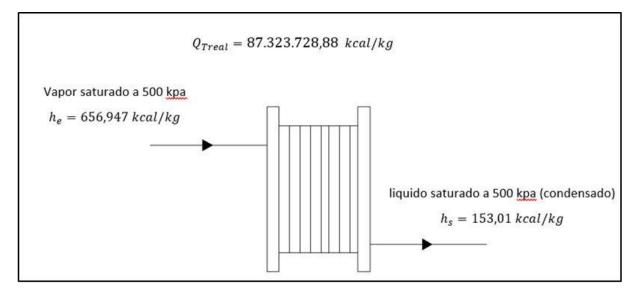


Figura 12: Trocador de calor casco e tubo

(Fonte: autor, 2019).

$$Q_{Treal} = m * (h_e - h_s)$$
 (3)
 $87.323.728,88 = m * (626,947 - 153,01)kcal/kg$
 $m = 184.521,76 \, kg/dia$
 $m = 184,25176 \, ton/dia$

Onde:

 Q_T = Energia total do sistema

 Q_{Treal} = Energia total real do sistema;

 $Q_{d6,000 \text{ kg/h}}$ = Energia disponível pelo digestor de 6.000 kg/h

 $Q_{d3.000 \text{ kg/h}}$ = Energia disponível pelo digestor de 3.000 kg/h

m = vazão mássica de água aquecida;

 h_s = entalpia de saída

 h_e = entalpia de entrada

Os valores obtidos na tabela estão na unidade de medira de kj/kg (quilojoule por quilograma), porem para os respetivos cálculos, transformamos estas unidades em Kcal/kg (quilocalorias por quilograma), para isso o valor encontrado na tabela foi multiplicado por 4,184, assim obtivemos a conversão acima.

4.5 CÁLCULO DA ECONOMIA ANUAL DE VAPOR

Conforme apresentado acima, a utilização do trocador de calor da fábrica de farinhas gera uma redução no consumo de vapor de 184.251 ton/dia. Considerando o custo para geração de vapor de R\$ 20,14 (vinte reais e quatorze centavos) por tonelada (informação coletada no Departamento de Planejamento da Copacol), isso gera uma economia de R\$ 3.711,36 ao dia.

Portanto, através da multiplicação do montante economizado diariamente pelo número de dias trabalhados no mês (25 dias), chega-se ao valor de R\$ 92.784,00 (noventa e dois mil, setecentos e oitenta e quatro reais) economizados por mês.

Da mesma forma, multiplicando-se o valor encontrado pelo número de meses no ano, a economia anual com a redução do consumo de vapor será de R\$ 1.113.408,00 (Um milhão, cento e treze mil e quatrocentos e oito reais).

4.6 LEVANTAMENTO DE CUSTOS PARA O INVESTIMENTO

A partir da definição do escopo das instalações, foi necessário obter os custos de investimento para implantação deste projeto. Assim, o departamento de engenharia da Copacol buscou parceiros que pudessem oferecer as cotações comerciais para análise do investimento.

É importante salientar que a Copacol tem em suas práticas internas o protocolo de abrir licitação para suas negociações, porém, para elaboração desta análise de viabilidade foram feitas cotações com apenas um fornecedor de cada atividade, sendo estes, parceiros de longa data da Copacol e aptos a execução deste projeto. Portanto os custos disponibilizados por estas empresas garantem que, se o projeto for viável economicamente, o mesmo poderá ser executado com a garantia padrão exigida pela Copacol.

4.6.1 INVESTIMENTO COM EQUIPAMENTOS

Com base nas informações acima descritas, elaborou-se um Memorial Técnico Descritivo (Apêndice B) com especificações técnicas para o fornecimento dos equipamentos. Em seguida, o memorial foi enviado a Bermo®, empresa localizada na cidade Blumenau - SC, especializada na fabricação de sistemas de distribuição de vapor, água, óleo, ar e gases. A Bermo® dimensionou os equipamentos de modo a atender as premissas especificadas em

memorial, fornecendo também soluções especificas para o atendimento da expectativa da Copacol.

O escopo de fornecimento ofertado pela empresa Bermo® contempla toda a parte de equipamentos existentes no projeto, itens como: bombas de água, tubulações, válvulas redutoras de pressão, moduladores de fluxo, sensores de temperatura e pressão, estação redutora de pressão, trocadores de calor tipo placas, isolamento para tubos e tanque, tanques termo acumuladores, além da mão de obra de execução.

4.6.2 INVESTIMENTO COM EXECUÇÃO CIVIL

A cotação para execução civil também foi especificada através de um memorial descritivo, enviado a empresa Conceito Brasil engenharia, localizada na cidade de Cascavel - PR. Além do memorial descritivo, a empresa Conceito recebeu da Copacol os projetos arquitetônicos para auxiliar no entendimento do escopo desejado pela Copacol. Estes projetos foram elaborados internamente pelo departamento de engenharia e projetos da Copacol.

O escopo de fornecimento ofertado pela empresa Conceito Brasil contempla toda para de execução civil destes projetos, itens como base dos tanques termo acumuladores, bases para pilares *pipe rack*, pisos, reparos em calcadas e acabamentos.

4.6.3 INVESTIMENTO COM ELÉTRICA E AUTOMAÇÃO

Para a cotação comercial de elétrica/automação, foi necessário um compilado de informações, sendo este o projeto prévio da Neopla citado anteriormente. As potencias elétricas foram fornecidas pela empresa Bermo®. As informações para cotação foram baseadas no fluxograma de funcionamento do sistema, considerando todas as variáveis de processo e instrumentação sugerida pelo processo. A empresa Engetech localizada na cidade de Cascavel -PR, ofertou para a Copacol toda parte de infraestrutura elétrica, automação, cabeamento, painéis elétricos, instalação da instrumentação de campo, supervisório do sistema, computadores, além de mão de obra para execução.

4.7 ANÁLISE DE VIABILIDADE

O valor do investimento foi estipulado com base no layout de equipamentos e foram separados de acordo com o gênero do produto ou serviço orçado. A tabela 6 abaixo demonstra os valores a serem investidos para a instalação do sistema.

A tabela 6 a seguir apresenta o resumo dos orçamentos obtidos para a implantação do projeto:

Tabela 6: Levantamento de custos.

Investimento		
Bombas para termo acumulação	R\$	128.700,00
Sistema de aquecimento	R\$	264.000,00
Sistema de termo acumulação 1.300 m³	R\$	1.104.908,00
Materiais e montagem das redes	R\$	250.000,00
Civil	R\$	556.260,00
Elétrica e automação	R\$	276.999,45
Total Geral	R\$	2.580.867,45

(Fonte: autor, 2019).

4.7.1 Depreciação anual sobre o valor do investimento

A depreciação anual foi calculada através de uma divisão entre os valores investidos e o tempo de vida útil do produto. Para a base de cálculo, a Receita Federal estipula o tempo de vida útil de 10 anos para equipamentos e 25 anos para construções. A tabela 7 apresenta os valores resultantes da depreciação sobre o investimento.

Tabela 7: Custos com depreciação do capital.

Depreciação sobre capital					
Bombas para termo acumulação	R\$	12.870,00			
Sistema de aquecimento	R\$	26.400,00			
Sistema de termo acumulação 1.300 m³	R\$	110.490,80			
Materiais e montagem das redes	R\$	25.000,00			
Civil	R\$	22.250,40			
Elétrica e automação	R\$	27.699,95			
Total Geral	R\$	224.711,15			

(Fonte: Receita Federal, 2018).

4.8 ANÁLISE DE VIABILIDADE

A seguir serão apresentados os resultados calculados dos índices de análise de investimentos.

4.8.1 Montagem do fluxo de caixa

O fluxo de caixa foi estipulado em um horizonte de 10 anos, onde, no momento zero (início do projeto), o valor do fluxo de caixa é igual ao valor total do investimento (valor negativo) e para os anos seguintes, o valor do fluxo de caixa é o encontrado com perdas e ganhos no item 4.6. O quadro 1 a seguir demonstra o fluxo de caixa montado:

Ano	Fluxo de Caixa
0	-R\$ 2.580.867,45
1	R\$ 888.696,86
2	R\$ 888.696,86
3	R\$ 888.696,86
4	R\$ 888.696,86
5	R\$ 888.696,86
6	R\$ 888.696,86
7	R\$ 888.696,86
8	R\$ 888.696,86
9	R\$ 888.696,86
10	R\$ 888.696,86

Quadro 1: Montagem do fluxo de caixa

(Fonte: Autor, 2018).

4.8.2 Cálculo da Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

A TMA foi definida através da multiplicação da taxa de juros de 8,0% a.a (Informar financiamento) pelo retorno de 70% exigido sem a taxa de juros. Portanto, a TMA deste investimento é de 13,6% a.a.

4.8.3 Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL)

O VLP foi calculado pela equação 1 utilizando os fluxos de caixa e a TMA calculada no item 4.8.2, resultando em um valor de R\$ 1.113.408,00 por ano.

Abaixo, quadro 2 com a apresentação dos resultados individuas para cada ano:

Ano	Fluxo de Caixa	Valor Presente Líquido
0	-R\$ 2.580.867,45	-R\$ 2.580.867,45
1	R\$ 888.696,86	R\$ 782.303,57
2	R\$ 888.696,86	R\$ 688.647,51
3	R\$ 888.696,86	R\$ 606.203,79
4	R\$ 888.696,86	R\$ 533.630,10
5	R\$ 888.696,86	R\$ 469.744,81
6	R\$ 888.696,86	R\$ 413.507,75
7	R\$ 888.696,86	R\$ 364.003,30
8	R\$ 888.696,86	R\$ 320.425,44
9	R\$ 888.696,86	R\$ 282.064,65
10	R\$ 888.696,86	R\$ 248.296,35

Quadro 2: Resultados do VPL

(Fonte: Autor, 2018).

4.8.4 Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para o cálculo da TIR, foi utilizado o auxílio da "Função TIR" do Ms Excel®, onde as variáveis foram alimentadas com os valores do fluxo de caixa, obtendo-se um resultado de 32%.

4.8.5 Payback descontado

Para o cálculo do Payback Descontado é necessário sabermos qual é o saldo do projeto durante cada ano (quadro 3). Para isso, soma-se o fluxo de caixa do ano avaliado com o VPL do ano seguinte. No início do projeto o saldo é negativo, devido ao investimento de recursos, porém, se o investimento tiver uma boa rentabilidade, este valor tende a se tornar positivo, representando intervalo de tempo em que o investimento irá se pagar.

Ano	Fluxo de Caixa	Valor Presente Líquido	Saldo
0	-R\$ 2.580.867,45	-R\$ 2.580.867,45	-R\$ 2.580.867,45
1	R\$ 888.696,86	R\$ 782.303,57	-R\$ 1.798.563,88
2	R\$ 888.696,86	R\$ 688.647,51	-R\$ 1.109.916,37
3	R\$ 888.696,86	R\$ 606.203,79	-R\$ 503.712,58
4	R\$ 888.696,86	R\$ 533.630,10	R\$ 29.917,52
5	R\$ 888.696,86	R\$ 469.744,81	R\$ 499.662,33
6	R\$ 888.696,86	R\$ 413.507,75	R\$ 913.170,08
7	R\$ 888.696,86	R\$ 364.003,30	R\$ 1.277.173,38
8	R\$ 888.696,86	R\$ 320.425,44	R\$ 1.597.598,82
9	R\$ 888.696,86	R\$ 282.064,65	R\$ 1.879.663,47
10	R\$ 888.696,86	R\$ 248.296,35	R\$ 2.127.959,82

Quadro 3: Saldo do projeto

(Fonte: autor, 2018).

Para a obtenção do Payback Descontado, deve-se dividir o último saldo negativo pelo VPL do ano seguinte, e o resultado é somado ao último ano em que o saldo é negativo. Desta forma, obteve-se um Payback de 3,94 anos.

5 CONCLUSÃO

Com um mercado cada vez mais competitivo, é de suma importância a assertividade no investimento de recursos, buscando sempre a melhoria contínua nos processos e a redução de custos operacionais, os quais podem significar a sobrevivência de muitas empresas. A partir destes fatores houve motivação para a concepção de um estudo a fim de buscar a resposta para a seguinte pergunta: É economicamente viável a implantação de um sistema de aquecimento de água aproveitando vapor gerado em um digestor de vísceras em uma agroindústria localizada na cidade de Cafelândia PR? Através de tal questionamento, foram elaborados cinco objetivos específicos.

O primeiro deles objetivou-se verificar a demanda de água quente no processo de higienização dentro do frigorifico a ser higienizado, assim como os pontos de consumo e a quantidade de energia gasta para este aquecimento. O resultado foi uma vazão de água aquecida de 337 m³/h durante aproximadamente 22h/dia, com uma demanda energética de 134.900.400 kcal/dia.

O segundo objetivo especifico, foi mapear as condições de operação requeridas ao sistema de aquecimento de água. O resultado foi a identificação de temperaturas diferentes da água aquecida conforme a diversidade do local higienizado. Para este controle foi elaborado um fluxograma de funcionamento automático de automação do sistema, através de informações obtidas por instrumentos de controle instalado na planta.

Nosso terceiro objetivo, teve como foco a identificação de equipamentos que atendam as condições requeridas. O resultado alcançado foi a necessidade de aquisição de dois trocadores de calor tipo placas, divididos em dois tanques termo acumuladores com capacidade de armazenagem de 1300 m³ no total, além do aproveitamento de dois trocadores de calor casco e tubo com capacidade de aquecer aproximadamente 150 m³/h de água a temperatura de 20 °C para aproximadamente 55 °C. Constatou-se ainda, que havia a necessidade de dois trocadores calor placas para aquecer a água excedente não aquecida pelos trocadores casco e tubo, que são 197 m³/h. Estes trocadores serão alimentados por uma estação redutora de pressão, que por sua vez, tem a função de fazer o rebaixamento de vapor oriundo das caldeiras antes de alimentar os trocadores de placas.

O quarto objetivo específico proposto, foi orçar a aquisição e a implantação do sistema, sendo preciso avaliar quais alterações deveriam ser executadas e o que deveria ser construído e instalado de novo através de um layout com a disposição dos equipamentos. O resultado foi um montante de R\$ 2.127.959,82 (dois milhões, cento e vinte e sete mil,

novecentos cinquenta e nove reais e oitenta e dois centavos) com a aquisição de equipamentos, R\$ 556.260,00 (quinhentos e cinquenta e seis mil e duzentos e sessenta reais) com obras civis e R\$ 276.999,45 (duzentos e setenta e seis mil, novecentos noventa e nove reais e quarenta e cinco centavos) com instalações eletrizasse automação, totalizando um investimento de R\$ 2.580.867,45 (dois milhões, quinhentos e oitenta mil, oitocentos e sessenta e sete reais e quarenta e cinco centavos).

Para o quinto objetivo, teve-se o trabalho de quantificar os possíveis ganhos com a instalação do sistema, onde constatou-se uma economia de R\$ 1.113.408,00 por ano devido ao fato do equipamento necessitar de menor quantidade de vapor fornecido pela caldeira a vapor.

Por fim, com a finalidade de avaliar a viabilidade econômica do investimento, foram analisados os indicadores VPL, TIR e Playback. O VPL (Valor Presente Líquido) encontrado foi de R\$ 2.127.959,82 (dois milhões, cento e vinte e sete mil, novecentos cinquenta e nove reais e oitenta e dois centavos) demonstrando que o investimento é viável, pois um VPL maior que zero expressa uma retribuição maior que o capital investido. A TIR (Taxa Interna de Retorno) encontrada foi de 32%, resultado maior que a TMA (Taxa Mínima de Atratividade), representando a taxa de retorno anual que a empresa terá caso o investimento seja realizado. Além do mais, o Payback apresentou um resultado de 3,94 anos para retorno do capital

Dessa forma, analisando os indicadores econômicos, constatou-se que o investimento é viável para a empresa. Portanto, tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos do presente trabalho foram atingidos.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros sugere-se:

- Análise do impacto de eficiência na incrustação dos tubos;
- Estudo de eficiência energética de outros tipos de trocadores de calor (placas e casco tubo);
- Estudo para aproveitamento aguar aquecida no trocador casco e tubo para alimentação da caldeira;
- Perda de carga na tubulação devido à distância, curvas e válvulas;
- Dimensionamento de estação redutora de pressão;
- Utilização do vapor gerado nos digestores da fábrica de farinhas para outros processos produtivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-KHADER, M. M. Plate heat exchangers: Recent advances. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 16, n. 4, p. 1883-1891, 2012.

ANDRADE FILHO, L. S.; Gomes, A. S.; Gomes, H. P.; Salvino, M. M.; Otero, O. L. C.; Carvalho, P. S. O.; Alencar, R. I. S.; Bezerra, S. T. M.; Coura, S. P.; Silva, S. A. Sistema de bombeamento eficiência energética, 2ª edição, editora Universitária /UFPB, João Pessoa – PB (2012).

AQUINO, S.; GERMANO, M.I.S.; GERMANO P.M.L. Princípios gerais de

BERMO. Estação redutora de pressão. BERMO, Blumenau – SC, 14 de junho de 2016, disponível em: http://www.bermo.com.br/produto/estacoes-redutoras-de-pressao-e-de-controle-de-temperatura/estacao_redutora_pressao-2/. Acesso em: 26maio.2019.

BEZERRA, Saulo de Tarso Marques; SILVA, Simplício Arnaud da; GOMES, Heber Pimentel. Otimização operacional de redes de abastecimento de água usando um sistema fuzzy. In: Water SA. Vol. 38 No. 4 July 2012 ISSN 1816-7950 (On-line) = Water SA Vol. 38 No. 4 July 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, 1997. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br. Acesso em: 25jan. 2019.

CALEFF. Termoacumuladores, Termoacumulador - utilização doméstica. Disponível em: https://docplayer.com.br/44522878-Termoacumulador-utilizacao-domestica.html >. Acesso em: 20fev. 2019.

ÇENGEL, Y. et. al. Transferência de Calor e Massa: Uma abordagem prática. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2012.

Derivados. São Paulo: Varela, 2003 p.7-16.

DHEYTÉCNICA.Digestores.2016.Disponívelem:http://www.dheytecnica.com.br/site/produt o/Digestores/11>. Acesso em: 10maio. 2019.

DOS SANTOS, Fellipe Cros; STAPASOLLA, Tayron Zilli. Construção Trocador de Calor Tipo Casco Tubo para Resfriamento de Mostro De Cerveja. 2011. Disponível em: http://www.ufrgs.br/medterm/trabalhos/trabalhos-2012-1/Fellipe_e_Tayron.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019.

ESSEL. Cap 2 - Equipamentos de Troca Térmica. 2012. Disponível em:http://essel.com.br/cursos/material/03/CAP2.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019.

FERREIRA, Antônio Carlos. Estudo comparativo da troca térmica em trocadores de calor dos tipos casco/tubos e de placas, 06.jun. de 2014, disponível em:em:cportalperiodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/1750> acesso em: 27maio.2019.

FILHO, Adonias. O que e Isolante térmico? Disponível em < http://ciencianopc.blogspot.com/2013/01/o-que-e-isolante-termico.html > acesso dia 10/12/2018.

FUJIHARA, R.M.; SYLVIO, S.B. Limpeza e desinfecção de plantas de processamento.

GARCIA, E. S; REIS, L. M. T. V.; MACHADO, L. R.; FERREIRA, V. J. M. – Gestão de estoques: Otimizando a logística e a cadeia de suprimentos. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.

GIL, J.I.; Manual de inspeção sanitária de carnes. 2. ed. Lisboa: Calouste

GITMAN, L. J. Princípios de Administração Financeira. 10ª edição, São Paulo: Harba, 2007.

GITMAN, Lawrence J. Princípios de Administração Financeira. Tradução Allan Vidigal Hastings. 12.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

Gulbenkian, 2000, 485p.

GUT, J.A.W. Configurações ótimas para trocadores de calor a placas. 2003. 244 f. Tese (Doutorado em Engenharía Química) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003

high throughput red meat abattoir. Food Control, Guildford, n. 15, p. 571-578, 2004a.

higienização. In: GERMANO, P.M.L.; GERMANO M.I.S. Higiene e Vigilância

HOOD, S.K.; ZOTTOLA, E.A. Biofilms in food processing. Food Control, Guildford,In: CONTRERAS, C.J. et al. Higiene e sanitização na indústria de carnes.

INCROPERA, F. P. ET al. Fundamentos de Transferência de calor e massa. 7. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

INFOPEDIA.Termoacumulador.2018.Disponívelem:https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/termoacumuladores. Acesso em: 10maio. 2019

KAKAÇ, S.; LIU, H. Heat exchangers: selection, rating and thermal design. Boca Raton, 2002

KIM, H.B.; TADINI, C.C.; SINGH, R.K. Heat transfer in a plate exchanger during pasteurization of orange juice. Journal of Food Engineering, v. 42, p. 79-84, 1999.

MATARAZO C. D. Análise Financeira de Balanços: Abordagem básica e gerencial.6 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MOTTA, Regis R; CALÔBA, Guilherme M. Análise de Investimentos. São Paulo: Atlas, 2002.

NEL, S. et al. The personal and general hygiene practices in the deboning room of a

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. eficiência energética no uso de vapor. ELETROBRÁS, Rio de Janeiro, 2005, disponível em:https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/uploads/arquivos/LivroVapor.pdf>. acesso em: 26maio.2019.

RIBEIRO, A. C. CURSO DE TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS, 2014. Disponível em < http://www.rockfibras.com.br/empresa_saude_iarc.html > acesso dia 03/10/2018.

Sanitária de Alimentos. 2. ed. São Paulo: Varela, 2003. cap. 26, p.423-444.

SILVA, FILIPE MANUEL FERNANDES, Estudo De Materiais De Isolamento Térmico Inovadores, (2013).

SILVA, Francimar N.; FERREIRA, Marco A. M.; PAZZINI, Felipe L. S.; ABRANTES, Luis A. Abordagem Determinística e de Simulação de Risco como Instrumentos de Análise de Viabilidade Financeira em Investimentos Imobiliários. Revista de Negócios da FURB, Blumenau, v.12, n.3, p.03-17, 2007.

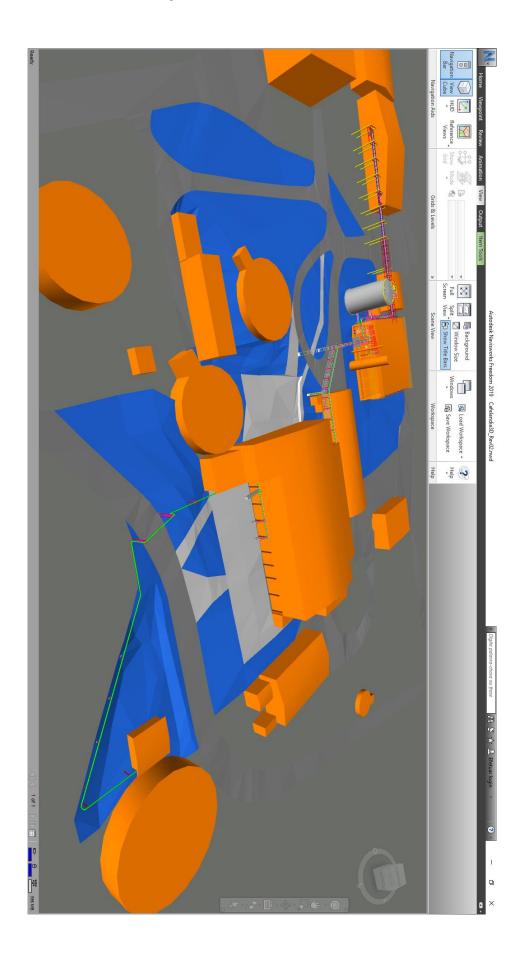
SOUZA, Acilon B. Projetos de Investimento de Capital: Elaboração, Análise e Tomada de Decisão. São Paulo: Atlas, 2003.

SRIHARI, N.; RAO, B.P.; SUNDEN, B.; DAS, S.K. Transient response of plate heat exchangers considering effect of flow maldistribution. International Journal of Heat and Mass Transfer, v. 48, n. 15, p. 3231-3243, 2005.

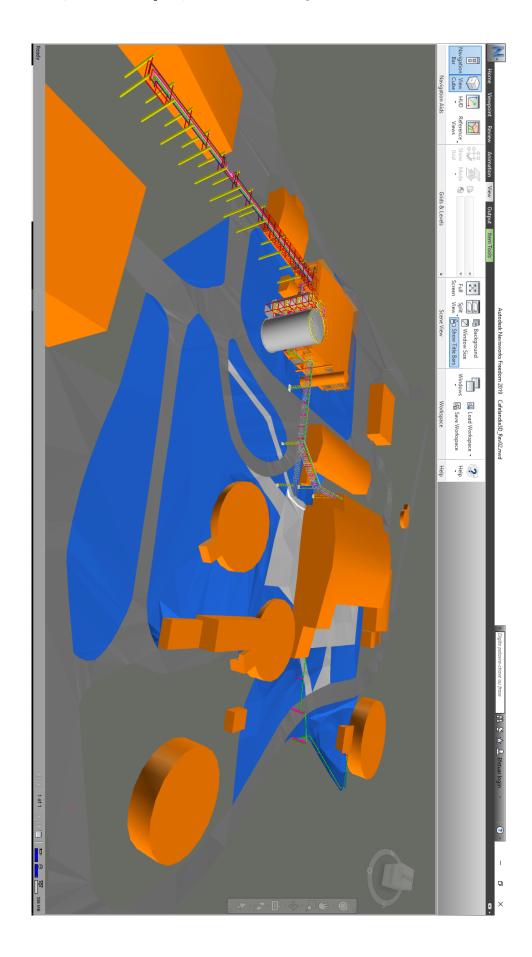
TAVARES, Flávio Viana; MONTEIRO, Luciane. Indicadores de Eficiência Energética na Industria de Fertilizantes de Amônia. 2013. Disponívelem:.Acesso em: 16 dez. 2018.">http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/viewFile/V9N2A6/SGV9N2A6>.Acesso em: 16 dez. 2018.

WIRTANEN, G. 1995. Biofilm formation and its elimination from food processing equipment. VTT publications 251. Finlândia

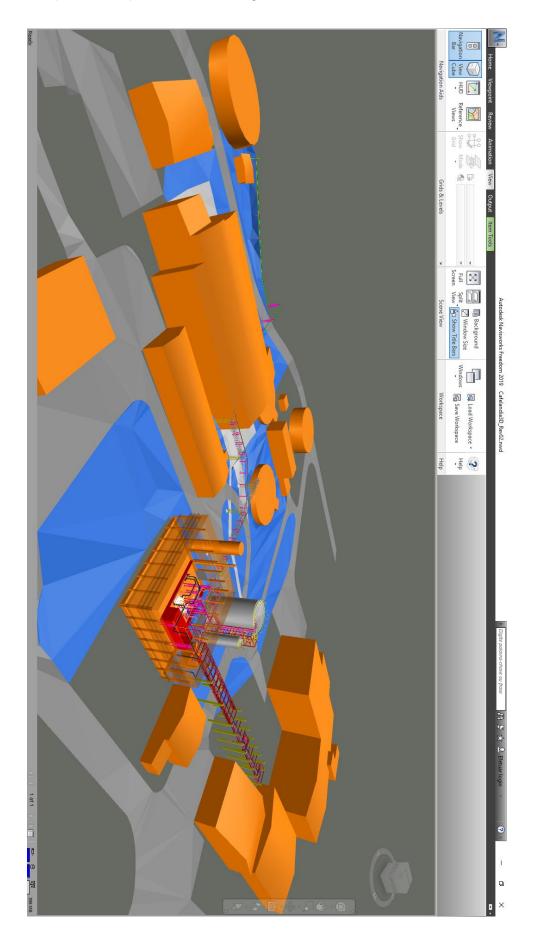
$\mathbf{AP\hat{E}NDICE}\;\mathbf{A}-\mathbf{LAYOUT}\;\mathbf{DE}\;\mathbf{EQUIPAMENTOS}$



APÊNDICE A - (CONTINUAÇÃO) LAYOUT DE EQUIPAMENTOS



APÊNDICE A – (TERMINO) LAYOUT DE EQUIPAMENTOS



APÊNDICE B – MEMORIAL DESCRITIVO DE EQUIPAMENTOS



MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

Memorial Nº: MD 230 - Revisão 00

Projeto №: IND-2019-038 Data: 09/04/2019 Título: Central de aquecimento e pressurização

Cafelândia, 02 de outubro de 2017

01 - Informações Gerais

1.1 - Localização

Copacol – Cooperativa Agroindustrial Consolata Rua Desembargador Munhoz de Mello, 176 CEP: 85415-000 CNPJ: 76.093.731/0007-86 Inscrição Estadual: 433.000.87-04

1.2 - Área

Abatedouro de Aves

1.3 - Solicitante

Lucas de Oliveira (45) 3241 88681 / 9.9916-6663 lucas.oliveira@copacol.com.br

2 - Memorial Técnico Descritivo

Esse memorial descritivo estabelece o escopo geral do fornecimento, define os quesitos principais solicitados pelo CONTRATANTE, para contratação do sistema para o novo tanque de equalização.

3 - Equipamento

Deverá ser fornecido pela a empresa contratada os equipamentos descritos abaixo:

Item	Equipamentos
3.1	Sistema de pressurização alimentação trocadores FFO
3.2	Válvulas proporcionais
3.3	Sensores de temperatura
3.4	Válvulas On-Off para controles de níveis
3.5	Transdutores de pressão
3.6	Sistema de bombeamento alimentação trocador de calor 60°C e 90°C
3.7	Skid aquecimento de água 60°C
3.8	Skid aquecimento de água 90°C
3.9	Sistema redução de pressão de vapor
3.10	Sistemas de pressurização 60°C e 90°C
3.11	Sistema redução de pressão de vapor
3.12	Automação dos sistemas
3.13	Start-up do sistema



MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

Memorial Nº: MD 230 - Revisão 00

Projeto Nº: IND-2019-038 Data: 09/04/2019 Título: Central de aquecimento e pressurização

3.1 Sistema de pressurização alimentação trocadores FFO

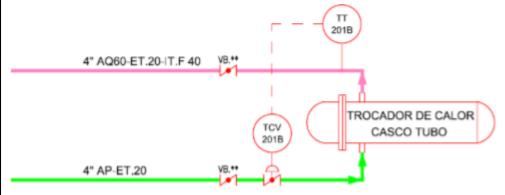
Descrições conforme a FE-03018-04 anexo a esse memorial.

3.2 Válvulas proporcionais

Duas válvulas proporcionais para controle da temperatura na saída dos trocadores de calor da fabrica de farinhas, conforme desenho abaixo.

Vazão média: 225 m³/h
 Vazão máxima: 250 m³/h

Pressão: 4,5 bar



As válvulas proporcionais deveram ser operadas pelos os PT100. As válvulas proporcionais deverão ser fornecidas montado em um carretel de tubulação de aço inox SCH10 4" com 1 m de comprimento, as duas extremidades do carretel serão soldadas na rede. No fluxograma as válvulas estão com as descrições TCV201B

3.3 Sensores de temperatura

2 unidades de sensores de temperatura tipo PT100 para medição da temperatura da água na saída do trocador de calor da fabrica de farinhas. Esses PT100 deverão ser controlados por NOVUS N 2000. E suas medições deverão ser encaminhadas para o sistema de automação.

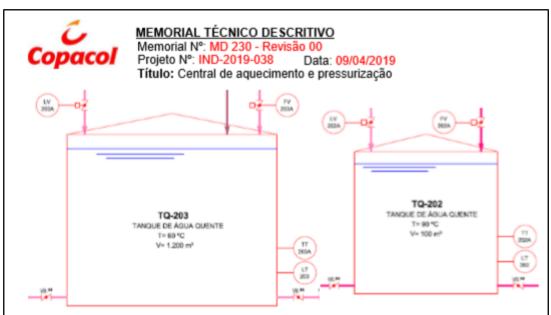
2 unidades de sensores de temperatura tipo PT100 para medição da temperatura da água nos tanques de termo acumulação.

Marca dos PT100 deve ser ECIL

3.4 Válvulas On-Off para controles de níveis

Quatro unidades válvulas On-Off para controle de níveis dos tanques de termoacumulação duas montada nas entradas do tanque de 1.200 m³ e duas montadas na entrada do tanque de 1.00 m³. Todas as válvulas deverão ser controladas pelos transdutores de pressão dos tanques.

pág. 2



As bitolas das válvulas deverão ser:

- Ø8" Alimentação do tanque de 1200 m³ com água do trocador da fábrica de farinhas
- Ø8" Alimentação do tanque de 1200 m³ com água do skid de 60°C
- Ø8" Alimentação do tanque de 100 m³ com água do trocador da fábrica de farinhas
- Ø6" Alimentação do tanque de 100 m³ com água do skid de 90°C

3.5 Transdutores de pressão

Dois transdutores de pressão para medição de nível dos tanques de termo acumulação. Suas medições deverão ser enviadas para o sistema de automação.

- Os tanques possuem as alturas de:
 - Tanque de 1.200 m³ Altura 15,50 m
 Tanque de 100 m³ Altura 12,50 m

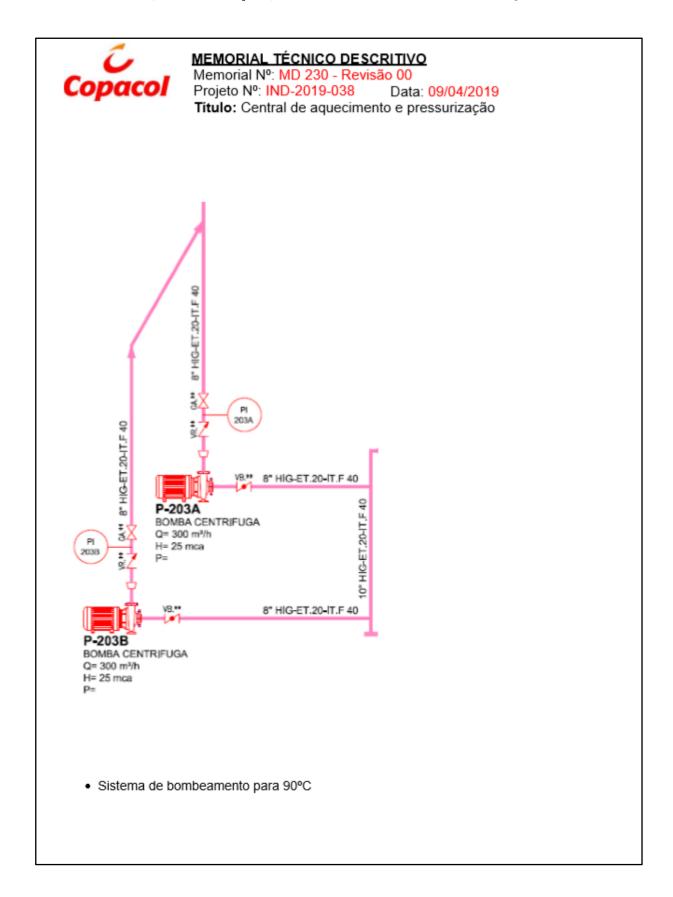
Marca dos transdutores de pressão devem ser NOVUS

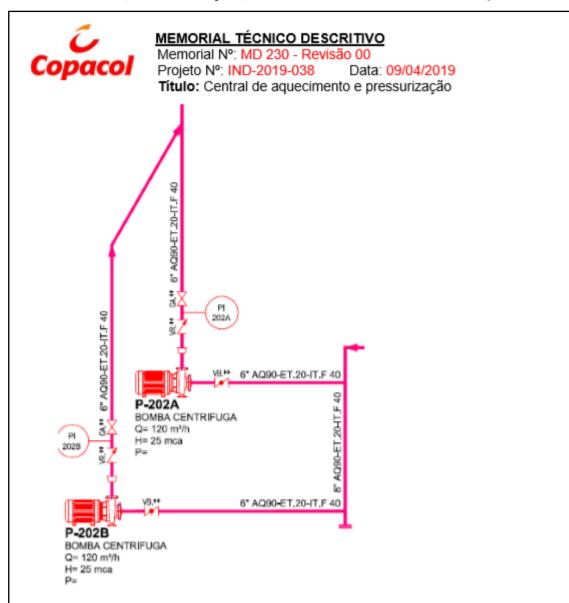
3.6 Sistema de bombeamento alimentação trocador de calor 60°C e 90°C

Dois sistemas de bombeamento conforme a FE-03018-05 anexo a esse memorial. Alem de todas as descrições da FE os sistemas deverão vir montados em SKID contendo: Coletor de sucção, valvulas gaveta para a sucção, coletor de saída, válvulas gaveta no recalque, válvulas de retenção no recalque. Todas as tubulações deverão ser de aço inox 304 SCH10.

Deverá ser fornecido a partida de todas as bombas com inversor de frequência. Abaixo fluxogramas dos dois sistemas

· Sistema de bombeamento para 60°C





3.7 Skid aquecimento de água 60°C

Fornecimento de SKID para aquecimento de água conforme a FE-03018-02, anexo a esse memorial.

3.8 Skid aquecimento de água 90°C

Fornecimento de SKID para aquecimento de água conforme a FE-03018-02, anexo a esse memorial.

3.9 Sistema redução de pressão de vapor

Fornecimento em SKID completo montado conforme a FE-03018-01, anexo a esse memorial.

3.10 Sistemas de pressurização 60°C e 90°C

Dois SKID de pressurização montado conforme a FE-03018-03, anexo a esse memorial.

3.11 Automação dos sistemas

Cabe a CONTRATADA fornecer todo o sistema de automação contemplando todas as licenças



MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

Memorial Nº: MD 230 - Revisão 00

Projeto Nº: IND-2019-038 Data: 09/04/2019 Título: Central de aquecimento e pressurização

necessárias para o funcionamento, não deve ser utilizado PC e sim IHM com tela de no mínimo 10" SCHNEIDER, ETHERNET;

O sistema de automação deve contemplar a leitura e visualização de todas as temperaturas nível, pressão do sistema, falhas, alarmes, e que todo o sistema tenha a possibilidade de operar sem a IHM. Todas as informações do sistema devem ser informadas na IHM, porem os equipamentos podem possuir os painéis junto aos mesmos.

Cabendo a COPACOL apenas efetuar o lançamento de cabo e interligação do disjuntor principal do equipamento fornecido.

Sistema deve permitir acesso remoto apenas para visualização e não operação.

Cabos de comunicação especial devem ser fornecidos devidamente instalados e interligado com equipamentos/IHM.

Cabe a CONTRATADA desenvolver a logica de funcionamento para o sistema de aquecimento, bombeamento, controle de temperatura e nível.

3.12 Start-up dos sistemas

Deverá ser fornecido pela a CONTRATADA o acompanhante e start-up dos sistemas. A CONTRATADA deverá prever no orçamento o strat-up em 6 períodos diferentes, sendo que cada período deve durar 15 dias e os técnicos deverá estar a disposição da CONTRATANTE durante as 24 horas desse período, sendo em finais de semana ou feriados.

3.13 - Informações Complementares:

- Orçamentos devem ser feitos incluindo mão de obra, instalações, e materiais necessários.
- O fornecedor que estiver cotando apenas a venda das máquinas deve apresentar a proposta de garantia, onde possivelmente estaríamos contratando um prestador de serviço não homologado pelo fabricante.

4 - Geral

4.1 - Materiais e ferramentas para Montagem:

· Enviar equipe técnica para executar e coordenar as montagens.

5 – Compete à Empresa Contratada:

5.1 - Pessoal Contratado:

O fornecimento de refeições, estadia e transporte de empregados é responsabilidade da Contratada.

O uso de uniformes e a utilização de EPI's são obrigatórios e seu fornecimento é de responsabilidade da Contratada conforme a exigência normativa de cada atividade – exemplo:

NR10, NR33 e NR35.

Quando do início e durante a execução, todos os funcionários deverão estar identificados.

A execução dos serviços e/ou atividades contratadas devem ter início somente após a liberação do setor de compras/suprimentos.



MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

Memorial Nº: MD 230 - Revisão 00

Projeto Nº: IND-2019-038 Data: 09/04/2019 Título: Central de aquecimento e pressurização

A mobilização e desmobilização serão por conta da contratada.

A equipe de montagem deverá utilizar container para a guarda dos acessórios e ferramentas

5.2 - Organização e Limpeza:

O prestador de serviços deverá manter suas instalações administrativas e operacionais em bom estado de organização, ordenação, conservação, limpeza e segurança;

Durante a execução do serviço e após a finalização do mesmo a Contratada deverá organizar os resíduos gerados, cabendo a contratante dar ao mesmo destino final.

Não é permitido o consumo de alimentos no canteiro de obras.

7 – Aspectos Comerciais Proposta Técnica e Comercial – Orçamento:

A proposta técnica e comercial (orçamento) deve atender às condições estabelecidas neste Memorial Descritivo, acompanhada dos dados cadastrais da empresa, dentre eles:

Informações da empresa fornecedora:

- Razão Social;
- CNPJ;
- Inscrição Estadual;
- Endereço Completo;
- Responsável pela Negociação (Empresa);
- Telefone;
- Endereço eletrônico (e-mail);

O orçamento deverá apresentar as seguintes informações:

- Número da proposta;
- Percentual de Impostos inclusos na proposta;
- Validade da proposta em dia; (Mínimo de 30 dias)
- Prazo ofertado para o pagamento (condições de pagamento), em dias;
- Considerar frete CIF (Incluso no valor da proposta);
- Prazo para entrega dos materiais;
- Dados bancários;



COPACOL - Cooperativa Agroindustrial Consolata

MEMORIAL TÉCNICO DE SCRITIVO N° /17 - 02/03/2019

Trocadores de calor e sistemas de pressurização Ampliação batedouro Copacol

1 LOCAL INSTALAÇÃO

Este memorial descritivo apresenta o escopo e a descrição geral dos equipamentos a serem instalados no abatedouro de aves da Copacol, localizado em Cafelándia - PR.

1.1 Escopo do fornecimento.

Deverá ser fornecido equipamentos montados e testados conforme dados que serão apresentados abaixo.

1.2 Objetivo

O memorial descritivo estabelece o escopo geral do fornecimento, definem seus limites, as responsabilidades a serem assumidas pela CONTRATADA e as facilidades que serão providas pela Copacol.

2 EQUIPAMENTOS

2.1. Sistema de aquecimento

Os equipamentos deverão serem entregues em perfeitas condições e testados antes de serem encaminhados para a obra.

Todos os trocadores de calor deverão ser do tipo a placas, com as placas em aço inox AISI316 e com gaxetas.

Deverão possuir válvulas de bloqueio do tipo globo, filtro tipo Y.

Deverão possuir sistema de drenagem de condensado com purgador mecânico incluído válvulas de bloqueio e retenção.

Deverá possuir separador de umidade com drenagem completas.

Deverá possuir válvula redutora de pressão, pressão da caldeira de 10 barg.

O controle de temperatura da água deverá ser controlado por válvula proporcional, esse controle não deverá ter uma variação maior que 0,5°C.

Deverá possuir termômetros analógicos, PT100, manômetros analógicos e transdutores de pressão no lado da água, esses dados dos sensores deverão ser enviado um controlador NOVUS N12000, um controlador para cada sensor, essas informações serão levadas para o supervisório que será montado pela Copacol.

No lado do vapor e condensado deverá possuir manômetros para leitura da pressão.

Deverá possuir válvula de alivio para retorno da água excedente, essa água será encaminhada para o tanque de termoacumulação.



Junto com o orçamento dos equipamentos deverá ser enviado o projeto dos equipamentos em DWG, consumo de vapor, ar comprimido, e deverá ser indicado no projeto o local das utilidades.

Deverá ser contemplado no orçamento todos os flanges para conexões das utilidades e também as juntas dos flanges.

Os skid de aquecimento deverão serem entregues montados em estrutura de aço pintada.

Todos os skids do lado da água deverá ser em aço inox 304.

Na válvula proporcional deverá ser feito um by-pass

Deverá serem entregues manuais e fluxogramas de operação e manutenção.

2.2. Sistemas de pressurização

Os equipamentos deverão serem entregues em perfeitas condições e testados antes de serem encaminhados para a obra

Todos os sistemas de pressurização deverão possuir uma bomba reserva.

Os sistemas de pressurização deverão serem entregues montados, com válvulas de bloqueio nas entradas e saídas das bombas e válvulas de retenção na saída de cada bombas.

Os coletores de sucção e recalque deverão serem montados em tubos de aço inox 304.

Deverá ser instalado no coletor de sucção e recalque manômetros analógicos, transdutores de pressão, termômetros analógicos e termômetros tipo PT100, deverá ser indicada a pressões e temperatura de todos os sensores de sucção e recalque nos controladores NOVUS N1200, um controlador para cada sensor, essas informações serão levadas para o supervisório que será montado pela Copacol.

Todos os contra flanges deverão serem entregues no skid montado.

Todos os motores das bombas deverão serem 380 V trifásico de alto rendimento 60 hz, com partidas através de inversores de frequência.

Deverá serem entregues manuais e fluxogramas de operação e manutenção.

2.3. Coletores de vapor

Deverão possuir laudos técnicos de NR-13 e documentos que a norma exige.

Deverá possuir todas as válvulas de bloqueios necessárias.

Deverá possuir sistema de drenagem de condensado.

3 DADOS DOS EQUIPAMENTOS.

Deverá ser considerado um equipamento para cada item abaixo, deverá ser precisto no orçamento o acompanhamento do start-up dos sistemas em domingos e horários não comerciais (madrugada), também deverá ser previsto o técnico dos equipamentos por 30 dias na unidade:

3.1. Depenadeira 1 linha 1

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- · Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48° a 78°C (nessa faixa de temperatura n\u00e3o pode sofrer varia\u00e7\u00e3o no set-point.)

3.2. Depenadeira 2 linha 1

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)



- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48° a 78°C (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)

3.3. Depenadeira 3 linha 1

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48º a 78ºC (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)

3.4. Depenadeira 4 linha 1

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- · Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48° a 78°C (nessa faixa de temperatura n\u00e3o pode sofrer varia\u00e7\u00e3o no set-point.)

3.5. Depenadeira 5 linha 1

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- · Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48° a 78°C (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)

3.6. Depenadeira 1 linha 2

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48º a 78°C (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)

3.7. Depenadeira 2 linha 2

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)

3



- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48° a 78°C (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)

3.8. Depenadeira 3 linha 2

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48° a 78°C (nessa faixa de temperatura n\u00e3o pode sofrer varia\u00e7\u00e3o no set-point.)

3.9. Depenadeira 4 linha 2

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- · Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48º a 78ºC (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)

3.10. Depenadeira 5 linha 2

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- · Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48° a 78°C (nessa faixa de temperatura n\u00e3o pode sofrer varia\u00e7\u00e3o no set-point.)

3.11. Escaldador de patas linha 1

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 8 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 60° a 70°C (nessa faixa de temperatura n\u00e3o pode sofrer varia\u00e7\u00e3o no set-point.)

3.12. Escaldador de patas linha 2



- · Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- · Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 8 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 60° a 70°C (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)

3.13. Pré escalda linha 1

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- · Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 60º a 70ºC (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)

3.14. Pré escalda linha 2

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- · Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 10 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 60° a 70°C (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)

3.15. Esterilizadores

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 20 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 90°C (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)

3.16. Tanque de escaldagem linha 1

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 21 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48°C a 65°C (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)



3.17. Tanque de escaldagem linha 2

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 21 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 48°C a 65°C (nessa faixa de temperatura n\u00e3o pode sofrer varia\u00e7\u00e3o no set-point.)

3.18. Lavador de gaiolas linha 1 e 2

- · Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 3 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 21 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 60°C a 75°C (nessa faixa de temperatura n\u00e3o pode sofrer varia\u00e7\u00e3o no set-point.)

3.19. Higienização

- Pressão de água disponível: 0,2 a 1 bar
- Pressão de água necessária: 12 bar (não considerando a perda de carga do trocador)
- · Pressão do vapor: 10 barg
- Vazão de água necessária: 400 m³/h
- Temperatura de entrada: 23°C
- Temperatura de trabalho: 45 a 55°C (nessa faixa de temperatura não pode sofrer variação no set-point.)

3.20. Sistema pressurização sala de cortes

- Vazão: 50 m³/h
- Pressão: 12 bar
- Prever sistema com bomba reserva

3.21. Sistema pressurização evisceração

- Vazão: 50 m³/h
- Pressão: 12 bar
- Prever sistema com bomba reserva

3.22. Coletor de vapor

- Pressão de trabalho: 10 barg
- Vazão: 20.000 kg/h
- Saída abatedouro: 1 unidade de 3"
- · Saída lavanderia: 1 unidade de 4"
- Saída trocadores de calor: 1 unidade de saída 8"



COPACOL - Cooperativa Agroindustrial Consolata

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO Nº 28

MONTAGEM DA CENTRAL DE AQUECIMENTO DE ÁGUA

1 MONTAGEM MECÂNICA

Este memorial descritivo apresenta o escopo e a descrição geral dos serviços a serem realizados na Copacol, localizado em Cafelândia - PR.

1.1 Escopo do fornecimento.

Deverá ser fornecido mão de obra especializada, materiais (tubos, válvulas, curvas, etc..), materiais consumíveis para montagem, movimentação horizontal e vertical, grampos e berços para travamento das tubulações, mateiras para isolamento térmico poliuretano, alumínio, calços e arrebites. A Copacol só fornecerá a base para fixação dos equipamentos.

1.2 Objetivo

O memorial descritivo estabelece o escopo geral do fornecimento, definem seus limites, as responsabilidades a serem assumidas pela CONTRATADA e as facilidades que serão providas pela Copacol.

2 INSTALAÇÃO

Deverá ser executado serviços de montagem, locação e instalação de equipamentos conforme projeto anexo.

A CONTRATADA se responsabilizará em entregar os equipamentos instalados e em perfeitas condições de funcionamento e em perfeitas condições de acabamentos.

A CONTRATADA deve se responsabilizar pela a limpeza do CANTEIRO DE OBRA DIARIAMENTE, dando destino dos entulhos gerados conforme informado pela engenharia durante a execução da obra.

2.1 Itens de fornecimento da contratada.

A tabela abaixo mostra os serviços a serem realizados:

Serviços	
Montagem da saída da caixa de 1.200 m³	
Montagem da saída da caixa de 100 m³	
Locação dos equipamentos	
Montagem do sistema de aquecimento de água a 60°C	
֡֡֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜֜	Montagem da saída da caixa de 1.200 m³ Montagem da saída da caixa de 100 m³ Locação dos equipamentos

1



2.6	Montagem do sistema de aquecimento de água a 90°C
2.7	Montagem da estação redutora de pressão
2.8	Montagem da rede de vapor
2.9	Montagem da rede de condensado
2.10	Montagem da rede de ar comprimido
2.11	Montagem da nova rede adutora

Todos os serviços deverão estar de acordo com a norma de segurança e em perfeitas condições de acabamento.

Junto com esse memorial está sendo enviado o projeto, maquete 3D e lista de matérias. Todos esses arquivos devem ser seguidos para a execução da obra.

2.2. Montagem da saída da caixa de 1.200 m3.

Deverá ser montado duas saídas de água da caixa de 1.200 m³ essas duas saídas deverá ter a bitola de 10" em aço inox.

2.3. Montagem da saída da caixa de 100 m3.

Deverá ser montado duas saídas de água da caixa de 1.200 m $^{\rm 3}$ essas duas saídas deverá ter a bitola de $8^{\rm o}$ em aço inox.

2.4. Locação dos equipamentos.

Deverá ser realizado a locação dos equipamentos, conforme o projeto:

- Sistema de bombeamento para alimentação do skid de água 60°C
- Skid de aquecimento de água 60°C
- Sistema de pressurização de água 60°C
- Sistema de bombeamento para alimentação do skid de água 90°C
- Skid de aquecimento de água 90°C
- Sistema de pressurização de água 90°C
- Sistema de redução de pressão do vapor

2.5. Montagem do sistema de aquecimento de água a 60°C.

Deverá ser realizado a montagem das tubulações do sistema de água a 60°C conforme o projeto e maquete 3D enviados junto com esse memorial. Para levantamento dos valor de matérias deverá ser seguido o quantitativo também enviado junto com esse memorial.

2.6. Montagem do sistema de aquecimento de água a 90°C.

Deverá ser realizado a montagem das tubulações do sistema de água a 90°C conforme o projeto e maquete 3D enviados junto com esse memorial. Para levantamento dos valor de matérias deverá ser seguido o quantitativo também enviado junto com esse memorial.



2.7. Montagem da estação redutora de pressão.

Deverá ser realizado a montagem da estação redutora de pressão e tubulações de alimentação e saída da mesma conforme o projeto e maquete 3D enviados junto com esse memorial. Para levantamento dos valor de matérias deverá ser seguido o quantitativo também enviado junto com esse memorial.

2.8. Montagem da rede de vapor.

Deverá ser realizado da rede de vapor conforme o projeto e maquete 3D enviados junto com esse memorial. Para levantamento dos valor de matérias deverá ser seguido o quantitativo também enviado junto com esse memorial.

2.9. Montagem da rede de condensado.

Deverá ser realizado da rede de condensado conforme o projeto e maquete 3D enviados junto com esse memorial. Para levantamento dos valor de matérias deverá ser seguido o quantitativo também enviado junto com esse memorial.

2.10. Montagem da rede de ar comprimido

Deverá ser montado a rede de ar comprimido e feito a alimentação de ar comprimido em todos os pontos necessários para essa central de aquecimento conforme o projeto e maquete 3D enviado junto com esse memorial.

2.11. Montagem da nova rede adutora

Será necessário a montagem de duas novas redes adutoras para a caixa elevada da Copacol. Uma para atender a caixa do meio e outra para atender a caixa de cima.

Deverá ser utilizado para realizar a montagem tubos de aço carbono DIN2440 10", toda a rede deverá ser pintada com tinta epóxi espessura 300 micra e acabamento com tinta PU na cor verde folha. Depois da rede montada deverá ser interligada com a rede existente de PVC (essas conexão deverá ser fornecido pela empresa contratada).

Para esse item será necessário entorno de 630 metros de tubos e umas 40 curvas 90°.

Para os locais onde será necessário a travessia das ruas será montado pipe-rack para a montagem das tubulações.

Todas as bases para sustentação das tubulações será fornecida pela a Copacol.

Anexo a esse memorial o trajeto da tubulação e o projeto arquitetônico da caixa elevada.

3 OBSERVAÇÕES IMPORTANTES:

- Contratada deve fornecimento quadro elétrico de tomadas, contratante alimentar energia. (220 380).
- 3.2 Trabalhar dentro das normas de segurança do trabalho, incluído EPI e demais equipamento de segurança, trazer broco de preenchimento (AR NR) Copacol não formaça.
- 3.3 Todos os funcionário do prestador de serviço que irão trabalhar dentro da unidade da empresa, deverão participar do treinamento de integração para terceiros.
- 3.4 Limpeza e organização do canteiro de obra.

4 QUALIDADE DE EXECUÇÃO:



Os equipamentos deverão ser instalados em perfeitas condições de uso. Sempre que houver a necessidade de efetuar cortes e/ou soldas em tubulações, a região afetada deverá ser tratada de modo a conferir o acabamento necessário.

Todo o equipamento a ser fabricado, alterado ou instalado deverá estar livre de rebarbas e pontos cortantes. Todas as soldas deverão ser lixadas e decapadas a fim de conferir o acabamento necessário.

5 LIMPEZA E AJUSTES:

Após o término de cada etapa da obra, a empresa CONTRATADA deverá efetuar a limpeza de todo o local de trabalho. Os materiais que não fazem parte do setor deverão ser retirados e depositados em locais determinados pela Copacol sob forma de manter o ambiente de trabalho limpo e organizado.

A CONTRATADA, após executar todas as alterações deverá acompanhar o funcionamento dos equipamentos, bem como fazer os ajustes necessários.

6 GENERALIDADES:

Qualquer proposta para minimizar custos, sugerindo outro planejamento ou cronograma de implantação, pode e deve ser sugerido.

O preço deve ser considerado preço em pacote fechado sem qualquer possibilidade de aditivo no decorrer do projeto.

A empresa contratada, para realizar a instalação, deverá assumir as responsabilidades sobre o projeto e instalação.

Qualquer divergência que possa ocorrer entre o memorial descritivo, o layout e a situação local na fábrica, prevalecerá a situação local de fábrica e, <u>cabe a empresa contratada a responsabilidade pela verificação das medidas no local das instalações</u>. Portanto a equipe

Copacol fica a disposição para a eliminação de qualquer dúvida que possa surgir

7 SERVIÇOS TÉCNICOS

Compreendem os serviços de aqui descritas e também a fixação, instalação, conexão, configuração e o start-up dos sistemas.

O sistema deve ser entregue apto ao funcionamento, dentro das especificações e funcionalidades estabelecidas neste documento.

Após o fechamento das negociações, a empresa contratada será encaminhada para qualificação documental e assinatura do contrato, estando apta a iniciar o serviço somente após a conclusão destes requisitos. Seguem etapas que devem ser cumpridas:

- A Contratada deverá entrar em contato com o Departamento de Suprimentos, através do ramal (45) 3241-8309 ou via e-mail <u>suprimentos@copacol.com.br.</u> para verificação dos documentos necessários para execução dos serviços;
- A Contratada deverá enviar a documentação solicitada por Suprimentos para análise, com pelo menos uma semana antes do início da execução do serviço;
- A Copacol procederá com a análise dos documentos, retornando status de aprovação para a Contratada;

4



- Quando a qualificação documental da empresa estiver concluída, a Contratada será comunicada para assinatura do contrato;
- 5) Assim que toda a documentação (empresa/empregados) estiver aprovada e o contrato estiver assinado e entregue a Copacol, Suprimentos agendará a integração dos colaboradores, respeitando os dias e horários a seguir:
 - Segundas e Quartas 8:00 às 10:00 h
 - Sextas 15:00 às 17:00 h

REFORÇAMOS QUE O SERVIÇO SOMENTE PODERÁ SER INICIADO APÓS A APROVAÇÃO DOCUMENTAL, INTEGRAÇÃO DE TODOS OS TRABALHADORES QUE ESTARÃO ALOCADOS AO RESPECTIVO SERVIÇO E RECEBIMENTO DO CONTRATO ASSINADO.

7.1 Garantia e responsabilidades

O sistema deverá ser entregue com garantia de 01 (um) ano após o término da montagem.

A contratada deverá garantir suporte pós-venda e o pronto atendimento em situações emergenciais. O fornecedor devera disponibilizar equipamentos em uso no mercado, garantindo o fornecimento de assistência técnica e peças de reposição, de forma que o sistema não se torne obsoleto no prazo de 10 anos

A responsabilidade da contratada limita-se a substituição de materiais que apresentarem defeito, eximindo-se de quaisquer danos em consequência de mau uso, incluindo-se, mas sem se limitar a danos morais ou lucros cessantes, em razão, e também não se limitando, a inobservância pela Contratante das orientações, recomendações ou qualquer instruções fornecidas pela Contratada, ou, erros, inexatidão ou omissão de qualquer informação fornecida pela Contratante a Contratada.

7.2 Fornecimentos de responsabilidade da contratada e exclusões

A CONTRATADA deverá fornecer a todos os seus funcionários, uniformes, toucas, botas e todos os demais EPI's necessários a execução da obra.

O transporte vertical e horizontal de todos os materiais e equipamentos a serem fornecidos pela mesma, até o local de sua aplicação definitiva.

8 CONDIÇÕES GERAIS

Todos os itens descritos abaixo fazem parte do escopo do fornecedor.

Fabricação, montagem e desmontagem;



- Evitar o uso de parafusos ou outra forma de fixação removível nas partes internas dos equipamentos que estejam em contato com o produto. Caso isto não seja possível, a aplicação deverá ser condensada com o responsável do projeto da COPACOL.
- Deverão ser evitados cantos vivos ou frestas que possam acumular resíduos e dificultar a higienização dos equipamentos
- É de responsabilidade de a contratada possuir todas as ferramentas necessárias para a execução dos serviços, tais como, talhas, lixadeiras, furadeiras, máquinas de solda, jogos de chaves, etc. Bem como os consumíveis, tais como varetas de solda, gases para solda, discos de corte, gel decapante, etc.
- É de responsabilidade de a contratada acompanhar a partida da linha durante 02 dias de produção ou até que todos os ajustes necessários sejam realizados.
- A limpeza do canteiro de obras ficara por conta da empresa contratada, bem como o descarte dos materiais deverá ser feito em local determinado pela COPACOL.
- O equipamento deverá ter acabamento sanitário próprio para utilização em indústria alimentícia, sem partes sujeitas a corrosão e acúmulos de sujidades.
- As despesas com estádias, transporte e alimentação dos Técnicos e instaladores correm por conta do fornecedor.
- O fornecedor deverá seguir as normas internas da COPACOL, referente a seguridade social, segurança no trabalho, entrada e saída de funcionários, materiais e veículos.
- Havendo serviços nas áreas e nas condições abaixo identificadas, os mesmos deverão ser executados somente após a liberação da Autorização para Trabalho de Risco e com o acompanhamento da segurança do trabalho e/ou supervisor da área solicitante.

9 VISITA TÉCNICA

As empresas que estão concorrendo a este fornecimento poderão solicitar a visita técnica ao local de instalação para tirar eventuais dúvidas sobre este memorial.





Cafelândia, 20 de fevereiro de 2019



Eu, Sergio Henrique Rodrigues Mota professor do Centro Universitário Assis Gurgacz e orientador do acadêmico Leandro Martins Soares no Trabalho de Conclusão de Curso, declaro que as correções solicitadas pela banca foram efetuadas corretamente. Assinatura do Professor

Cascavel, 01 de julho de 2019.